

# GAZ DU SANG

## Aspects préanalytiques



Dr Michel VAUBOURDOLLE

Hôpitaux Universitaires Est Parisien, Site Saint-Antoine  
Pôle de Biologie médicale et Pathologie  
AP-HP – Paris

CNBH 24/01/2019



# Collège National de Biochimie des Hôpitaux

28èmes Journées Nationales

Paris 24 – 25 janvier 2019

Programme N°14951900001



## Déclaration d'intérêt dans le cadre de mission de formation

Dr Michel Vaubourdolle

Exerçant au CHU Hôpitaux Universitaires Est Parisien – Site Saint-Antoine

Déclare sur l'honneur

Ne pas avoir d'intérêt, direct ou indirect avec les entreprises pharmaceutiques, du diagnostic ou d'édition de logiciels susceptible de modifier mon jugement ou mes propos, concernant le DMDIV et/ou le sujet présenté.

# Plan

- Aspects préanalytiques
  - L'acte de prélèvement
  - Le transport/conservation de l'échantillon
- Aspects techniques
  - Introduction de l'échantillon
  - Formations du personnel

# « GDS » : les paramètres

## ➤ Mesures de base

- pH ou concentration en ions  $H^+$ : acidité/alcalinité (unités pH ou en nmol/L)
- $pCO_2$  : pression partielle en dioxyde de carbone (mmHg ou Kpa)
- $pO_2$  : pression partielle en oxygène (mmHg ou Kpa)

$$1Kpa = 7,5 \text{ mmHg}$$

## ➤ Électrolytes

- $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Cl^-$  (mmol/l)

## ➤ Métabolites

- Glucose, Lactate (mmol/l)



# « GDS » : les paramètres

## ➤ CO-Oxymétrie:

- Hémoglobine totale ou Hbt (g/dl) mesurée préférable (1)
- Oxyhémoglobine ou HbO<sub>2</sub> (%)
- Saturation en Oxygène ou SO<sub>2</sub> (%)
- Carboxyhémoglobine ou HbCO (%)
- Méthémoglobine ou MetHb (%)



# Analyse de risque

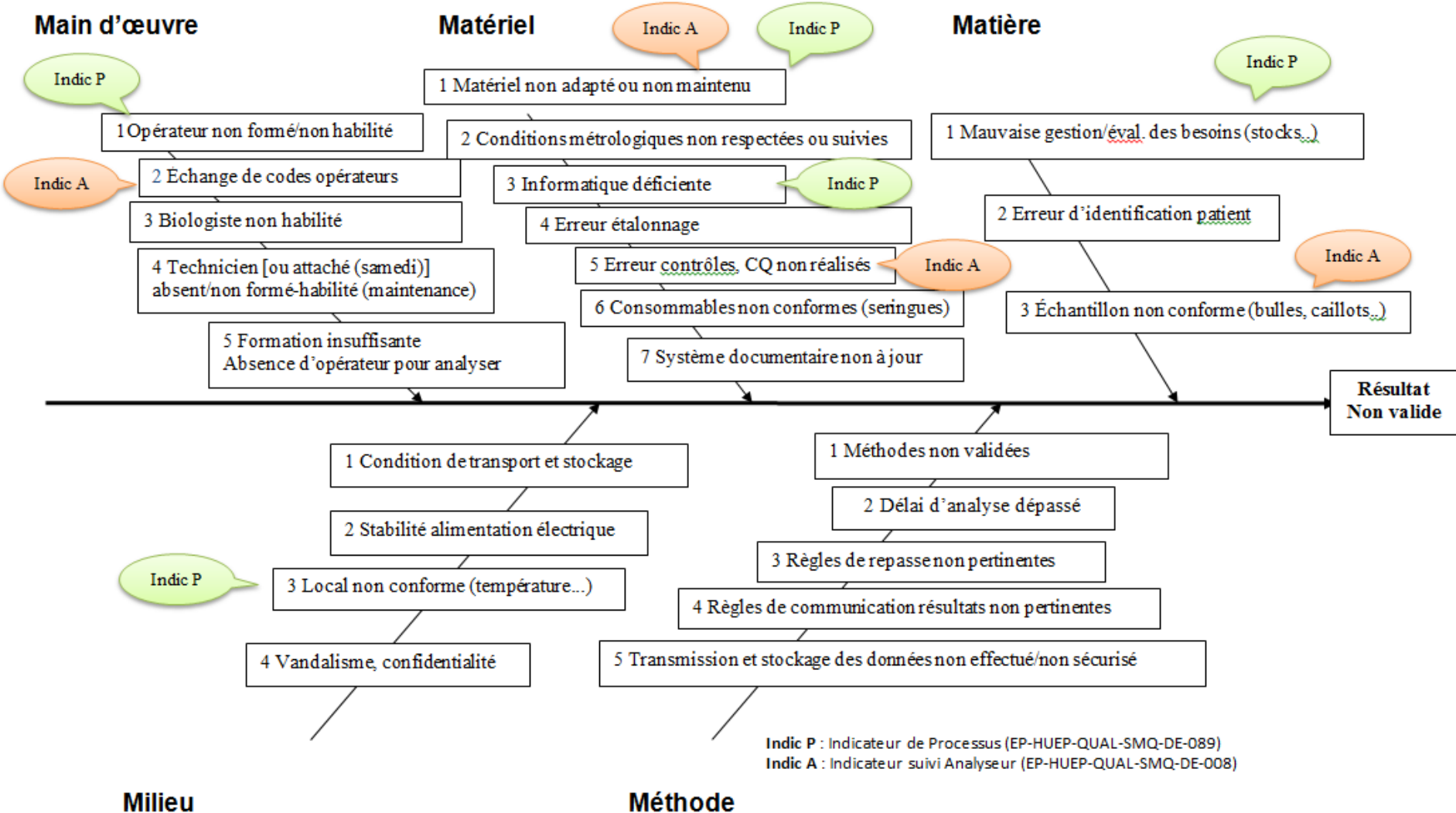
- Erreurs préanalytiques : 62 % des erreurs en biologie (1)
- GDS : cas particulier parmi les examens de BM du fait des propriétés physicochimiques (gaz) et de l'impact immédiat sur les soins au patient (2-3)



# ISO 15189:2012 4.14.6

## Évaluation de l'impact des processus de travail et des défaillances potentielles sur la sécurité des résultats d'examen

**EBMD – Analyse des risques – site délocalisé Réa Digestive SAT Legros – Levy (GDS GEM 5000)**



**Milieu**

**Méthode**

# Pourquoi contrôler au mieux les facteurs préanalytiques ?

## But

Faire en sorte que ce qui entre dans l'analyseur soit le reflet le plus exact possible de ce qui a été prélevé chez le patient.

## Problème

De nombreux facteurs contribuent à « altérer » le spécimen, très « fragile » entre la sortie du vaisseau sanguin et son introduction dans l'analyseur

## Difficulté supplémentaire

En biologie délocalisée nombre d'entre eux ne sont plus sous le contrôle du laboratoire



# Aspects Préanalytiques

## Importance du prélèvement



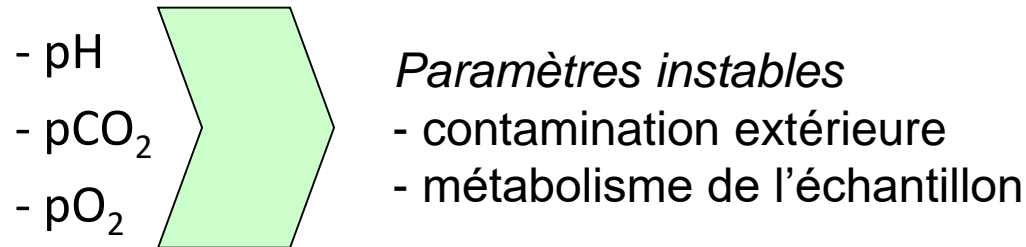
**« Un mauvais échantillon,  
Mesuré sur un bon analyseur par un bon technicien  
donnera de mauvais résultats »**



# Aspects Préanalytiques

## Prélèvement

- difficile à maîtriser par le laboratoire car réalisé au lit du patient



- Éléments à prendre en considération (5-6)
  - Choix du système de prélèvement : seringue, anticoagulant
  - L'acte de prélèvement lui-même
  - La conservation et le transport de l'échantillon

# Aspects Préanalytiques

## Principaux sites de prélèvement

➤ Voie artérielle :

- radiale +++ (bras)
- voie existante (fémorale)
- dorsale (pied)



➤ Voie capillaire → sang capillaire artériolisé

- lobe de l'oreille
- talon en néonatalogie



Lobe de l'oreille

Gouttelette de sang

Tube capillaire

# Aspects Préanalytiques

## Systèmes de prélèvement

- Seringues :
  - spécifiques (polypropylène)
  - étanches aux gaz



aiguilles adaptées  
montée du sang par pression artérielle

- Capillaires :
  - Elimination de contamination par l'air ambiant : très délicat
  - Problème délicat du transport : agitation permanente et parfaite étanchéité des extrémités



# Aspects Préanalytiques

## Choix de l'anticoagulant

- Héparine / Citrates, EDTA, Fluorures de Na

*erreurs sur électrolytes → à proscrire*

- Héparine sèche / héparine liquide

*erreurs de dilution → abandonnée*

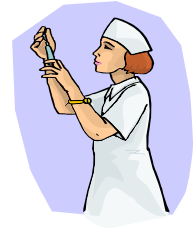
- Concentration d'héparine  
*pas de micro-caillots à > 50 UI / ml de sang*
- Héparine compensée en électrolytes (Li<sup>+</sup>)  
*pas d'erreur par défaut ( Ca<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>)*



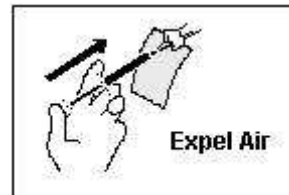
# Aspects Préanalytiques

## Réalisation du prélèvement

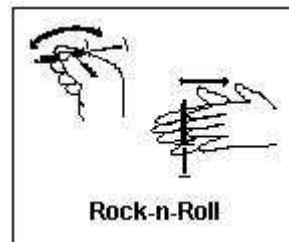
- Sang artériel
  - préparation du patient (éviter hyper ou hypo-ventilation)
  - seringue à auto-remplissage par pression artérielle



- Purge immédiate
  - présence d'une bulle d'air
  - = Contamination  $pO_2$



- Homogénéisation
  - échantillon / anticoagulant
  - (éviter caillots)

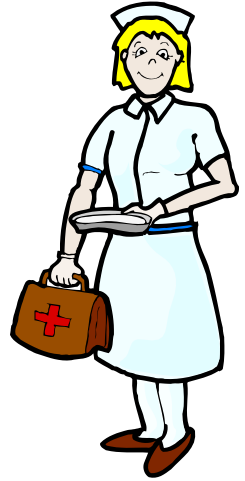


# Aspects Préanalytiques

## Transport du prélèvement







### ➤ Envoi au Laboratoire :

- A température ambiante (seringues plastiques – réf IFCC)
  - Pour réaliser l'analyse < 30 minutes (8-14)
  - Acceptable jusqu'à 60 minutes : avec un commentaire « Prestation de conseils » (selon politique du LBM)
  - Non-conformité déclenchée si > 60 minutes (selon politique du LBM)
  - Cas particuliers :
    - étude de shunt avec pO<sub>2</sub> élevées (5 minutes – 10-13)
    - Hyperleucocytose ou hyperplaquettose, scalp fœtus, etc. (14)
- Attention si contact sur glace ou poche réfrigérée, si < 0 °C ⇒ hémolyse (K<sup>+</sup>)
- Feuille de demande accompagnant le GDS correctement remplie :
  - Etiquette patient et étiquette du service
  - Date et heure du prélèvement +++++
  - Nom du prescripteur et du préleveur.
  - Rubrique GDS correctement remplie : **Température du patient**, conditions de ventilation du patient (AA, VS avec débit O<sub>2</sub> l/min ou VA avec FiO<sub>2</sub> +/- PEEP)



# Aspects Préanalytiques

## Conservation du prélèvement

- Métabolisme du sang (glycolyse) avec consommation d'O<sub>2</sub> et production de CO<sub>2</sub>
- pO<sub>2</sub> :  consommation d'oxygène par les cellules
- pCO<sub>2</sub> :  produit du métabolisme
- pH :  augmentation de la pCO<sub>2</sub>, glycolyse
- K<sup>+</sup> :  lyse cellulaire
- Lactate :  glycolyse
- Glucose :  glycolyse

Facteurs individuels : intensité du métabolisme varie avec la leucocytose (7)

- Commentaire adapté sur compte-rendu si délai entre 30 et 60 minutes:

Ex : SAT Commentaire codé :

**GDS30** « Gaz du Sang parvenu au LBU plus de 30 minutes après le prélèvement - Au-delà de 30 minutes, les résultats peuvent être affectés : diminution (pH, pO<sub>2</sub>, glucose) ou augmentation : (pCO<sub>2</sub>, K<sup>+</sup>, lactate). Au-delà d'une heure, le Gaz du Sang ne peut plus être analysé. »



# Aspects Préanalytiques

## Transport du prélèvement

### ➤ Au laboratoire

- Système de transport : étude nécessaire, élimination bulles
- Effet d'un système de transport pneumatique
  - Pas d'effet sur pH ou pCO<sub>2</sub> (15-20)
  - Pas d'effet sur pO<sub>2</sub> si pO<sub>2</sub> proche air ambiant (environ 20kPa – 150 mmHg) (22)
  - Augmentation pO<sub>2</sub> si pO<sub>2</sub> << 20 kPa (22)
  - Cause : contamination par air (bulles dans la seringue) (21-22)
  - Résultats aberrants si seringues non purgées avant transport (19,22,23)
  - Amélioration si réduction vitesse pneumatique ou utilisation de containers sous pression (20)



# Aspects Préanalytiques

## Transport du prélèvement

### ➤ En Biologie délocalisée :

- Analyse directe après prélèvement. Pas de délai : heure de prélèvement assimilée à heure d'analyse !
- Seringue obligatoirement identifiée après prélèvement.
- Sur l'analyseur rendre obligatoire la saisie des champs suivants, sinon blocage:
  - Identification patient (IPP...) pour retour des données démographiques depuis le SGL : nom et prénom, âge et sexe..
  - Identification opérateur voire celui du préleveur si différent
  - Renseignements cliniques : Temp. patient, heure du prélèvement, données d'oxygénation



# Préanalytique au laboratoire

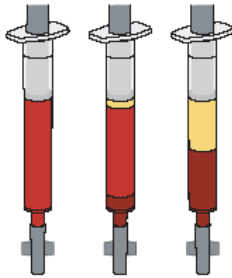
- Vérification de la feuille de demande avec la cohérence d'identité (nom de naissance requis, + prénom DN sexe):
  - identité demande-identité seringue
- Evaluation de la qualité du prélèvement :
  - Absence de bulles : purge correctement réalisée au sein du service clinique
  - Couleur du sang : +/- rouge témoin de l'oxygénation du sang – dépistage d'une méthémoglobinémie
  - Volume de sang : volume minimal et anticiper besoin de vérification
- Ré-homogénéisation 20 sec. du fait de la sédimentation des hématies
- Possible homogénéisation automatique

⇒ tHb erronée (24)



# Point sensible : mauvaise homogénéisation

Homogénéisation



Recommandations

## Exemples de conséquences

Deux échantillons sont stockés pendant 10 minutes avant l'analyse. La sédimentation des globules rouges est visible. L'un est mélangé soigneusement, l'autre juste assez pour qu'il donne l'impression d'être homogène.

Mélange prolongé

Résultat patient  
ctHb 6,2 mmol/L [8,4-10,9]

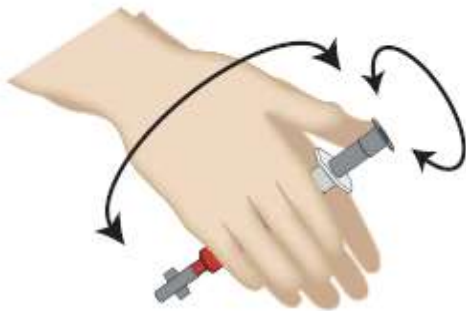
Mélange rapide

Résultat patient  
ctHb 4,5 mmol/L [8,4-10,9]

- Homogénéiser l'échantillon sur deux plans : en le roulant entre les paumes des mains ET en l'inversant verticalement
- Si l'échantillon est visiblement sédimenté, il doit être homogénéisé ++
- Utiliser un analyseur des gaz du sang homogénéisant automatiquement l'échantillon avant la mesure
- Utiliser des seringues munie d'une bille de métal pour l'homogénéisation de l'échantillon

# Point sensible : mauvaise homogénéisation

## Formation de caillots



## Recommandations

- Utiliser des seringues pré-héparinées avec de l'héparine équilibrée en ions pour éviter :
  - la formation de caillots
  - le biais des mesures d'ions
- Eviter l'héparine liquide (dilution de l'échantillon)
- Homogénéiser l'échantillon sur deux plans : en le roulant entre les paumes des mains ET en l'inversant verticalement
- Utiliser des seringues munie d'une bille de métal pour l'homogénéisation de l'échantillon

## Exemples de conséquences

Deux échantillons du même patient. L'un est mélangé immédiatement avec de l'héparine, l'autre non. 20 minutes plus tard, les échantillons sont homogénéisés et analysés.

Homogénéisé

Résultat patient  
cK<sup>+</sup> 4,9 mmol/L [3,5-5,0]

Non homogénéisé

Résultat patient  
cK<sup>+</sup> 5,1 mmol/L [3,5-5,0]

Effet

↑ cK<sup>+</sup>

# Aspects Techniques

- Dispositif permettant de standardiser l'homogénéisation de l'échantillon :



Attention : une fois suffit !

- Risque d'hémolyse si agitation répétée
- Risque de déchiqeter le buvard d'héparine

# Point sensible : la présence d'air

## Bulles d'air



## Recommandations

- Contrôler visuellement l'absence de bulles d'air
- Faire remonter les bulles d'air en tapotant le corps de la seringue
- Purger les bulles d'air
  - juste après le prélèvement
  - avant l'homogénéisation
- S'équiper de seringues de prélèvement artériel avec bouchons à évent permettant de purger les bulles d'air et de sceller l'échantillon sans exposition au sang

## Exemples de conséquences

Deux échantillons sont prélevés sur le même patient et mesurés après 5 minutes. L'un des échantillon a été homogénéisé avant de purger l'air.

Sans air

Résultat patient		
pO <sub>2</sub>	70 mmHg	[83-108]
pCO <sub>2</sub>	45,6 mmHg	[35-48]
sO <sub>2</sub>	94,0 %	[95-99]

Avec air

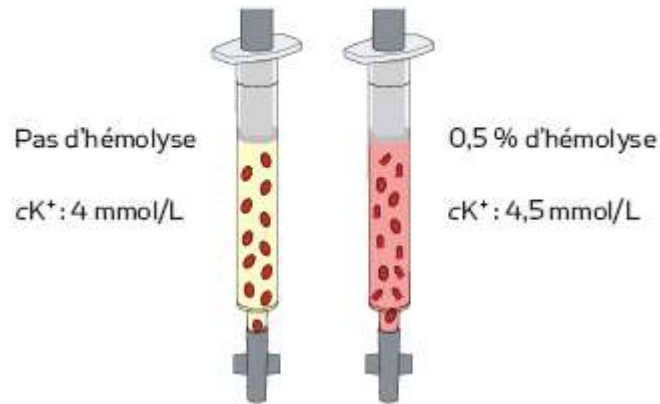
Résultat patient		
pO <sub>2</sub>	90 mmHg	[83-108]
pCO <sub>2</sub>	45,4 mmHg	[35-48]
sO <sub>2</sub>	96,9 %	[95-99]

## Effet

↑pH ↑pO<sub>2</sub> ↓pCO<sub>2</sub> ↑sO<sub>2</sub>

# Point sensible : l'hémolyse (non visible)

## Hémolyse



## Exemples de conséquences

Deux échantillons sont prélevés sur le même patient.  
L'un est analysé immédiatement, l'autre est conservé 25 minutes sur des glaçons, entraînant une hémolyse de 5 %.

### Immédiatement

#### Résultat patient

cK<sup>+</sup> 4,0 mmol/L [3,5-5,0]  
cNa<sup>+</sup> 140 mmol/L [136-146]  
cCa<sup>2+</sup> 1,21 mmol/L [1,15-1,29]

### Après 25 minutes

#### Résultat patient

cK<sup>+</sup> 7,0 mmol/L [3,5-5,0]  
cNa<sup>+</sup> 136 mmol/L [136-146]  
cCa<sup>2+</sup> 1,11 mmol/L [1,15-1,29]

## Effet

↑cK<sup>+</sup> ↓cNa<sup>+</sup> ↓cCa<sup>2+</sup>

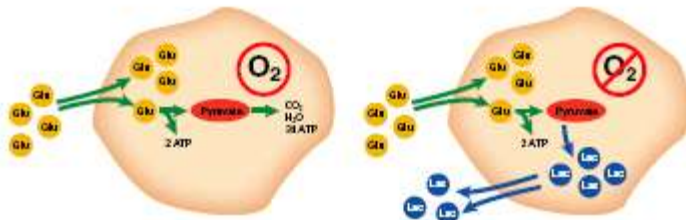
## Recommandations

- Ne pas placer directement l'échantillon sur de la glace
- Ne pas mélanger vigoureusement
- Eviter de provoquer des turbulences dans l'échantillon
  - aiguille trop fine
  - obstruction du trajet de l'échantillon
  - aspiration manuelle trop rapide
  - systèmes de transport par pneumatique



# Point sensible : la durée de conservation

## Stockage prolongé



## Exemples de conséquences

Deux échantillons sont prélevés sur le même patient. L'un est analysé immédiatement, l'autre après 60 minutes de stockage à la température ambiante.

Immédiatement

Résultat patient		
pH	7,41	[7,35-7,45]
cGlu	5,4 mmol/L	[3,9-5,8]
cLac	1,5 mmol/L	[0,5-1,6]

Après 60 minutes

Résultat patient		
pH	7,39	[7,35-7,45]
cGlu	4,9 mmol/L	[3,9-5,8]
cLac	2,0 mmol/L	[0,5-1,6]

## Effet

↓pH	↓pO <sub>2</sub>	↑pCO <sub>2</sub>	↑cCa <sup>2+</sup>	↓cGlu
↑cLac				

## Recommandations

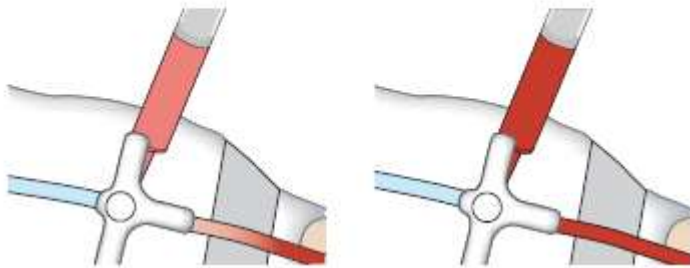
- Mesurer l'échantillon immédiatement

Si le stockage s'avère inévitable :

- Analyser l'échantillon dans les 30 minutes
- Analyser les échantillons spéciaux dans les 5 minutes
  - pO<sub>2</sub> élevée, numération élevée des leucocytes ou des plaquettes, études spéciales (shunt)
- Stockage de plus de 30 minutes
  - utiliser une seringue en verre et conserver dans de la glace fondante
- Recourir à des analyseurs pouvant contrôler l'âge de l'échantillon

# Point sensible : Prélèvement sur cathéter

## Dilution



Elimination de 6 fois  
l'espace mort

### Résultat patient

cK <sup>+</sup>	4,1 mmol/L	[3,5-5,0]
cNa <sup>+</sup>	141 mmol/L	[136-146]
cCl <sup>-</sup>	100 mmol/L	[98-106]

Elimination de 1 fois  
l'espace mort

### Résultat patient

cK <sup>+</sup>	3,4 mmol/L	[3,5-5,0]
cNa <sup>+</sup>	147 mmol/L	[136-146]
cCl <sup>-</sup>	110 mmol/L	[98-106]

## Effet

↑pO <sub>2</sub>	↓pCO <sub>2</sub>	↓cK <sup>+</sup>	↑cNa <sup>+</sup>	↓cCa <sup>2+</sup>
↑cCl <sup>-</sup>	↓cGlu	↓cLac	↓ctHb	

## Recommandations

- Eliminer au moins 3 fois l'espace mort lorsque vous prélevez à partir de cathéters
- Vérifier le volume exact de l'espace mort sur l'emballage du cathéter
- Prélever l'échantillon sanguin avec un dispositif dédié aux gaz du sang contenant de l'héparine sèche équilibrée en ions
- En cas de doute quant à la qualité de l'échantillon, envisager une nouvelle prise de sang

# Aspects Préanalytiques - Conclusion

## En résumé : nos pires ennemis

- La bulle d'air, l'eau glacée
  - gradients de pressions partielles
- Le métabolisme interne du sang
  - consommation O<sub>2</sub> et glucose
  - production CO<sub>2</sub> et lactate
- L'absence d'homogénéité du spécimen
- Les caillots, l'hémolyse
- L'absence d'informations cliniques

- **La qualité du matériel de prélèvement**
- **La facilité d'emploi des analyseurs de Gaz du Sang**

# Aspects Techniques

## Introduction de l'échantillon

- Dispositifs permettant une introduction correcte de l'échantillon dans l'analyseur :  
2 types: Aspiration (+++++) ou injection (plus rare) :
- Analyseurs à aspiration automatique de l'échantillon:
  - Pas de risque d'hémolyse
  - Différents volumes proposés
- Analyseur à injection (+ rare): Injection doit être douce:
  - hémolyse (1 %  $\Rightarrow$  + 0,7 mM K)
  - volume d'échantillon difficilement contrôlable
  - risque d'injection de caillots + grand



# Résultats GDS au laboratoire

- Validation biologique des résultats par le personnel médical habilité du laboratoire
- **Ajout de commentaires codés**
  - **GDS30** « Gaz du Sang parvenu au LBU plus de 30 minutes après le prélèvement - Au-delà de 30 minutes, les résultats peuvent être affectés : diminution (pH, pO<sub>2</sub>, glucose) ou augmentation : (pCO<sub>2</sub>, K<sup>+</sup>, lactate). Au-delà d'une heure, le Gaz du Sang ne peut plus être analysé. »
  - **GDSHNP** « Gaz du Sang parvenu au LBU sans précision de l'heure de prélèvement – Attention, au-delà de 30 minutes, les résultats peuvent être affectés : diminution (pH, pO<sub>2</sub>, glucose) ou augmentation : (pCO<sub>2</sub>, K<sup>+</sup>, lactate). Au-delà d'une heure, un Gaz du Sang ne doit pas être analysé. »
  - **GDSK** : « Hyperkaliémie. Attention, prélèvement sur sang total ne permettant pas de détecter une hémolyse. Si nécessaire contrôler la kaliémie au laboratoire sur tube hépariné »
  - **GDSCAIL** : Présence d'un microcaillot : attention, après prélèvement, veillez à bien agiter la seringue pour répartir l'héparine dans le sang et éviter la formation de caillots qui diminuent le taux d'hémoglobine »
  - **GDSBUL** : Présence de bulles d'air : attention, après prélèvement, veillez à bien purger la seringue pour éliminer les bulles d'air qui peuvent augmenter la valeur de la pO<sub>2</sub>. »
  - **GDSCO** : « Intoxication au monoxyde de carbone »
  - **GDSMET** : « Hyperméthémoglobinémie majeure : intoxication au nitrite d'amyle ? »
  - **GDSVENT** « Ventilation inconnue : gazométrie difficilement interprétable »
- Intégration des résultats dans le dossier informatique du patient
- Consultation sur le serveur de résultats

# Interférences GDS

- pO<sub>2</sub>
  - NO, halothane, isofluorane (anciens biocapteurs)
- Sodium, potassium, calcium
  - Benzalkonium (antiseptiques)
- Chlorures
  - Salicylates, thiocyanates, bromures, iodures si biocapteurs par échanges d'ions
- Glucose/lactate
  - Ac. Ascorbique, salicylate, paracétamol, dopamine, fluorures, oxalates
- Hémoglobine et fractions
  - Hydroxocobalamine, bleu de méthylène

*CLSI document: Blood gas and pH analysis and Related Measurements – approved guideline, Second Edition 2009*

# Résultats GDS délocalisés

HÔPITAUX UNIVERSITAIRES DE L'EST PARISIEN (HUEP) - AP-HP  
 PÔLE DE BIOLOGIE MEDICALE ET PATHOLOGIE (Dr. Michel VAUBOURDOLLE)  
 http://www.bmp-huap.fr  
 Site Saint Antoine - 184, rue du Faubourg Saint-Antoine 75571 Paris Cedex 12 - 01 49 28 20 00

- Autocréation du dossier
- Validation biologique des résultats *a posteriori* (24h/24 par le personnel médical habilité du laboratoire ou à période fixe suivant analyseur)
- Intégration des résultats dans le dossier informatique du patient
- Consultation sur le serveur de résultats
- Spécification de l'analyseur et du caractère délocalisé
- Nom de l'opérateur
- Un commentaire <GDS DELOC> est systématiquement ajouté à la fin du dossier

ans Sexe : M  
 NIP : BU031ZUR62 NLM : r-00522357  
 Dossier : 731708614039

**HOPITAL SAINT ANTOINE  
 SERVICE DE PHYSIOLOGIE  
 Bâtiment Lemierre**

Dossier	08614039	Unité	Val, Réf.
Date de saisie :	25/08/17		
Heure de saisie :	14h52		
Date de prélèvement :	Non renseigné		
Heure de prélèvement :	Non renseigné		

**GAZ DU SANG**  
 Laboratoire de biologie d'urgence (LBU) : Dr. P. PERMET

**Renseignements**

Identité opérateur	Guillemin Nathalie		
Température patient	37.0	°C	
Débit O2	0.0	L/min	

**Artériel**

pH/T° patient	* 7.49		7.35-7.45
pCO2/T° patient	* 30	mm Hg	35-45
pO2/T° patient	90	mm Hg	>80
<small>*** - GAZ DU SANG - Corrigé par la température</small>			
Bicarbonate	* 23	mmol/L	21-31
SatO2	* 99.9	%	95.0-99.0
Excès de base	1	mmol/L	-2-2
Hémoglobine totale	15.8	g/dL	12.0-18.0
HbO2	* 94.6	%	95.0-98.0
Carboxy Hb	* 6.4	%	<3.0
Contenu en O2	21.1	ml/dL	20.0-25.0
pH	* 7.49		7.35-7.45
pCO2	* 30	mm Hg	35-45
pO2	90	mm Hg	>80
<small>*** - GAZ DU SANG</small>			

**Commentaires**

- un GDS délocalisé doit être analysé immédiatement après l'avoir prélevé (les dates et heures de prélèvement sont assimilées à celles de l'analyse pour ces dossiers),  
 - Au-delà de 30 minutes, les résultats peuvent être affectés : diminution (pH, pO2, glucose) ou augmentation (pCO2, K+, lactate),  
 Ne jamais analyser un GDS plus d'une heure après prélèvement.

# Aspects techniques

## Gestion des formations-habilitations du personnel

### Au niveau du laboratoire

Importance de former le personnel du laboratoire à l'analyseur et aux différentes étapes GDS

- Préanalytique
- Analytique
- Postanalytique

LBU - Grille de formation - habilitation aux Gaz du sang		
Nom- Prénom :	Fonction :	
Période de formation :		
Formation	Date	Formateur
<b>Généralités :</b>		
- Présentation des analyseurs	G	
- Technologie des ABL	G	
- Liste des paramètres dosés, tableau des paramètres	G	
- Liste du matériel nécessaire à la passase	G	
- Liste des documents disponibles à la passase	G	
<b>Démarrage du Système :</b>		
- Arrêt et démarrage des 2 analyseurs	G	
- Vérification et interprétation du feu tricolore	G	
<b>Réactifs :</b>		
- Chargement et déchargement des réactifs	G	
- Changement du papier	G	
<b>Calibration :</b>		
- Fréquence et interprétation des calibrations automatiques	G	
- Programmation d'une calibration manuelle	G	
- Interprétation des résultats des calibrations	G	
<b>Pré-analytique :</b>		
- Vérification de l'échantillon : quantité et qualité (bulles, caillot)	G	
- Purgé et homogénéisation de l'échantillon	G	
<b>Analyse :</b>		
- Réalisation de l'analyse selon le volume de l'échantillon	G	
- Identification échantillon patient et entrée température patient, ventilation	G	
<b>Vérification technique :</b>		
- Interprétation à l'écran des résultats	G	
- Gestion des alarmes	G	
- Vérification selon les critères prédéfinis	G	
- Gestion des valeurs pathologiques	G	
- Archivage tickets résultats	G	
<b>Contrôles de qualité :</b>		
- CQ interne (CQI) : liste, fréquence et ordre de passage	G	
- CQI : stockage, préparation, conservation	G	
- Programmation des CQI sur l'analyseur	G	
- Résultats du CQI : interprétation, validation sur PGP	G	

	Date	Formateur
<b>Maintenance :</b>		
- Interprétation du plan de maintenance	G	
- Maintenants quotidiens		
- Déprotéinisation, décontamination		
- Changement des membranes		
<b>Alarmes, erreurs et pannes :</b>		
- Interprétation des messages d'erreur	G	
- Appel de la Hot line		
- Conduite à tenir en cas de panne analyseur	G	
<b>Habilitation</b>		
Formation	Date	Validé par
Compléter la grille ci-dessus pour le niveau choisi		
<b>Réaliser les tâches suivantes pour le personnel de jour</b>		
Effectuer la maintenance quotidienne + passage des contrôles (3 niveaux) (2 demi-journées)		
Valider les contrôles sur PGP (3 niveaux) (2 demi-journées)		
Réaliser des dosages de GDS + effectuer la vérification analytique sur PGP (2 demi-journées)		
Effectuer la maintenance hebdomadaire (1 fois)		
Effectuer une calibration manuelle + Visualiser les résultats de calibration et interpréter		
Retrouver un résultat sur l'analyseur		
<b>Réaliser les tâches suivantes pour le personnel de garde (après-midi et nuit)</b>		
Réaliser 5 dosages + vérification analytique (1 demi-journée)		
Effectuer une calibration manuelle + interprétation		
Programmer et valider un CQI + validation sur PGP		
Retrouver un résultat sur l'analyseur		
<b>Référent ABL :</b>		
Avoir fait la formation fournisseur ou avoir été formé par le biologiste référent des GDS		
Habilitation initiale validée le : (validité 18 mois)		Signature utilisateur :
		Nom : _____ Signature : _____
Niveau : Gardé (G) <input type="checkbox"/>	Jour <input type="checkbox"/>	
Référent <input type="checkbox"/>		

Critères de maintien des compétences définis dans Katalab



# Gestion des formations-habilitations du personnel

## En biologie délocalisée

1. Formation théorique

2. Formation pratique

3. Signature de la charte

(EBMD) - Formation et Habilitation

Nom - Prénom : BOUHADANA Maud

Fonction : IDEF

Date de la formation : 12/04/17

Formateur : 3

	Opérateur (sait faire)	Formateur (a vérifié)
<b>Généralités :</b>		
- Présentation de l'analyseur et de sa cartouche	MB	BRB
- Liste des paramètres dosés et caractéristiques (échantillon, délai, valeurs usuelles...)	MB	BRB
- Attestation de lecture des documents des opérateurs	MB	BRB
- Signature de la charte de confidentialité	MB	BRB

	Opérateur (sait faire)	Formateur (a vérifié)
<b>Préanalytique :</b>		
- Prélèvement seringues : purge, homogénéisation, conservation (analyse immédiate sans réfrigérateur/glace)	MB	BRB
- Identification de la seringue	MB	BRB

	Opérateur (sait faire)	Formateur (a vérifié)
<b>Analytique :</b>		
- Identification de l'opérateur et du patient avec retour de l'identité	MB	BRB
- Réalisation de l'analyse : positionnement seringue, aspiration	MB	BRB
- Renseignements complémentaires : origine, température et ventilation (cas particulier : dialyse avec code EER)	MB	BRB

	Opérateur (sait faire)	Formateur (a vérifié)
<b>Postanalytique :</b>		
- Validation à l'écran des résultats	MB	BRB
- Interprétation des résultats, communication au clinicien, signature ticket (ou rapport) et archivage (cahier ou pochette)	MB	BRB
- Chargement du papier	MB	BRB

	Opérateur (sait faire)	Formateur (a vérifié)
<b>Messages :</b>		
- Interprétation des messages d'erreurs	MB	BRB
- Conduite en cas de panne de l'analyseur	MB	BRB

	Opérateur (sait faire)	Formateur (a vérifié)
<b>Réalisation d'un gaz du sang sur l'analyseur (joindre le ticket)</b>		
Etape préanalytique	MB	BRB
Etape analytique	MB	BRB
Etape postanalytique	MB	BRB

- Si la formation initiale est validée et le GDS correctement réalisé sur l'analyseur, l'opérateur obtient son habilitation initiale et un code opérateur valable 24 mois. A l'issue des 24 mois, si la personne est toujours en place, le maintien des compétences (pour 24 mois) est évalué selon les critères définis page suivante. En cas d'échec à cette évaluation, une reformation complète est entreprise.  
 - En cas d'absence prolongée (> 6 mois), la personne doit reprendre la formation initiale.  
 - Lorsque le laboratoire est informé du départ d'un opérateur, son code personnel est désactivé.

Prise de connaissance des documents :

Code	Statut	Description	Signature
EP-SA-LB-EBMD-ANA-DE-009	v	Contacts au laboratoire	MB
EP-SA-LB-EBMD-ANA-MT-002	v	Mesure sur GEM 4000	MB
EP-SA-LB-EBMD-ANA-DX-001	v	Passage d'un échantillon (Werfen)	MB
EP-SA-LB-EBMD-MAT-MT-001/002	v	CAT en cas de panne SAT/RTH	MB

<b>Code opérateur</b> 4071952	Habilitation initiale le : 12/04/2017 Valable 24 mois
Signature Opérateur :	Fin d'habilitation le :
	Par le biologiste responsable :
	(nom et signature)

Rapport échantillon patient  
DUPLICATA

HARTE DE L'INFORMATION MEDICALE

RESPECT DES REGLES DE CONFIDENTIALITE  
S DONNEES INFORMATISEES

ix Universitaires de l'Est Parisien vous amènent à participer de données nominatives concernant la santé des malades informatique. Ces données sont utilisables dans le travail de es doivent rester confidentielles et respecter la règle du par les codes de la santé publique et pénal. Les partage de l'information médicale sont détaillées dans une ire connaissance afin d'en respecter scrupuleusement les onible sur l'intranet du Groupe Hospitalier.

est confié est nominatif et vous êtes responsable de peut être transmis à une autre personne. strés et des vérifications systématiques sont effectuées. is déconnecter de votre terminal après chaque utilisation.

Bouhadana Maud 4071952  
DE  
omination chirurgicale digestive  
Interne

issance de la Charte de l'Information Médicale et m'engage à en ntialité selon la règle du secret professionnel.

smettre mon code d'accès à un autre utilisateur et à ne pas arties à ma fonction, notamment en utilisant le code d'un autre

Signature :

raux données des patients dont j'ai eu ou dont j'ai la charge

nature :

<b>Patient</b>	ID :	123
	Nom :	ESSAI
	Prénom :	Bayer
	Sexe/Âge :	Féminin, 92 années
	Date de naissance :	01/01/1925
	Statut :	ACCEPTÉ
	Analysé :	12/04/2017 14:48:26
	Type échantillon :	Artériel
	ID opérateur :	Bouhadana Maud
<b>Analyseur</b>	Modèle :	GEM® Premier 4000
	Service :	READIG
	Com :	READIG
	N°S :	07030414
<b>Mesuré (37.0°C)</b>	pH	↓ 7.26
	pCO <sub>2</sub>	↑ 55 mmHg
	pO <sub>2</sub>	↓ 45 mmHg
	Na <sup>+</sup>	136 mmol/L
	K <sup>+</sup>	↑ 8.5 mmol/L
	Ca <sup>++</sup>	1.19 mmol/L
	Glu	↑ 2.3 mmol/L
	Lac	↑ 7.2 mmol/L
<b>Température corrigée (38.7°C)</b>	pH(T)	↓ 7.24
	pCO <sub>2</sub> (T)	↑ 59 mmHg
	pO <sub>2</sub> (T)	↓ 51 mmHg
<b>CO-Oxymétrie</b>	iHb	↑ 17.0 g/dL
	O <sub>2</sub> Hb	↑ 78.7 %
	COHb	↑ 3.0 %
	Methb	0.3 %
	sO <sub>2</sub>	↓ 81.4 %
<b>Calculé</b>	BE(B)	-3.5 mmol/L
	CaO <sub>2</sub>	18.8 mL/dL
	O <sub>2</sub> ct	18.8 mL/dL
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (c)	24.7 mmol/L
<b>Données Opérateur</b>	Temp	38.7 °C
<b>O2 et Vent.</b>	O <sub>2</sub>	4.0 LPM
	FI <sub>O<sub>2</sub></sub>	%
	PEEP	cm H <sub>2</sub> O

# Maintien des compétences des opérateurs cliniques

- Au bout de 24 mois
- Pas d'absence de plus de 6 mois
- Extraction du nombre de GDS réalisés
- Extraction du nombre de GDS rejetés
  - Calcul % (< 10 %)
- QUIZZ (80% de réponses justes)
- Epreuve pratique : 1 GDS

Imprimé le 23/08/2017 16:13:04

---

**Médecins Opérateurs Rothschild**

---

<p>1 Avant d'analyser un GDS sur seringue, il faut :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Purger la seringue</li><li>2 Homogénéiser la seringue</li><li><input checked="" type="radio"/> 3 Purger puis homogénéiser la seringue</li><li>4 Ne rien faire</li></ol> <p>2 Quelle(s) erreur(s) pré-analytique(s) entraîne(nt) des résultats erronés?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 La présence d'air dans l'échantillon</li><li>2 Un échantillon non hépariné</li><li>3 Une mauvaise homogénéisation</li><li><input checked="" type="radio"/> 4 Les 3 propositions sont exactes</li></ol> <p>3 IL est possible d'utiliser des seringues non héparinées pour prélever un GDS :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Vrai</li><li><input checked="" type="radio"/> 2 Faux</li></ol> <p>4 Quel volume minimum de sang est nécessaire pour analyser un GDS sur l'analyseur?</p> <ol style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="radio"/> 1 150 µL</li><li>2 100 µL</li><li>3 75 µL</li><li>4 120 µL</li></ol> <p>5 Vous devez rentrer obligatoirement votre code opérateur sur l'analyseur :</p> <ol style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="radio"/> 1 Vrai</li><li>2 Faux</li></ol> <p>6 La température du patient a une influence sur :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Le pH</li><li>2 La pCO<sub>2</sub></li><li>3 L'hémoglobine</li><li><input checked="" type="radio"/> 4 Le pH et la pCO<sub>2</sub></li></ol>	<p>9 Après prélèvement d'un GDS, il est obligatoire d'identifier la seringue avec l'étiquette NIP du patient :</p> <ol style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="radio"/> 1 Vrai</li><li>2 Faux</li></ol> <p>10 Si un paramètre est en vert à l'écran et non coché, il est possible d'obtenir un résultat pour ce paramètre :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Vrai</li><li><input checked="" type="radio"/> 2 Faux</li></ol> <p>11 Si un paramètre est en blanc à l'écran, il est possible d'obtenir un résultat pour ce paramètre :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 Vrai</li><li><input checked="" type="radio"/> 2 Faux</li></ol> <p>12 Les tickets de résultats collés dans le cahier pour la traçabilité doivent être signés :</p> <ol style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="radio"/> 1 Vrai</li><li>2 Faux</li></ol>
--	---

# Maintien des compétences du personnel laboratoire

- Au bout de 24 mois
- Pas d'absence de plus de 6 mois
- Durée d'occupation du poste GDS
- QUIZZ Biochimie avec quelques questions GDS
- Epreuve pratique : 1 GDS
- Interprétation analytique de 3 GDS

**BIOCHIMIE - QUIZ D'HABILITATION TLM**

NOM : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

QUIZ SUPERVISE PAR : \_\_\_\_\_

RESULTAT : \_\_\_\_\_ /20 - Quiz validé si note supérieure à 13

Cas n°1 – Sur PGP, un échantillon analysé sur le DXC donne les résultats suivants :

	Résultats	Références	Antériorités J-1
Na	140	136 - 144 mmol/l	139
K	11,4	3,5 - 4,5 mmol/l	3,7
Cl	101	95 - 105 mmol/l	100
CO <sub>2</sub>	22	22 - 31 mmol/l	24
PROT	65	60 - 84 g/l	63
UREE	4,5	3,0 - 7,0 mmol/l	4,9
CREAT	86	40 - 120 µmol/l	76
GLY	7,2	3,9 - 7,1 mmol/l	6,8
Hem Hep	Normal		Normal
Ict Hep	Normal		Normal
Lip Hep	Normal		Normal

Q1 - Quelle hypothèse est la plus vraisemblable pour expliquer l'hyperkaliémie ? (1 point)

Justifier votre réponse ? (1 point)

Cas n°4 – Concernant les GDS :

Q6 - Sous quel délai un échantillon pour mesure des gaz du sang (GDS) transmis à température ambiante doit-il être analysé ? Donner la durée de conservation recommandée et la durée maximale tolérée entre le moment du prélèvement et la mesure de l'échantillon sur l'analyseur (2 points)

Q7 - Une seringue bouchée de sang artériel a été conservée 2 heures avant analyse, dans quel sens les paramètres suivants risquent de varier significativement si on analyse l'échantillon :

pH : (0,5 point) : ↗ ou ↘

pO<sub>2</sub> : (0,5 point) : ↗ ou ↘

pCO<sub>2</sub> (0,5 point) : ↗ ou ↘

K<sup>+</sup> (0,5 point) : comme la tolérance pour le potassium sur sang total est > 2h, le potassium n'est pas affecté : Vrai ou faux

# Conclusion

- Examen d'urgence
- Résultat critique pour la prise en charge du patient
- Analyseurs performants
- Importance du préanalytique +++
  - Qualité du prélèvement
  - Conservation/transport
  - Interprétation LBM
  - Formation préleveurs/opérateurs

# A lire ou à citer...

- IFCC POCT committee
  - “A primer of Point of Care Blood Gas Testing for laboratorians”
  - **Purpose** : *this document serves as a general guide for Blood Gas Analysis (BGA) testing that can be useful for laboratory personnel who perform BGA. This document is not a comprehensive guide for interpretation of BGA for medical and treatment purposes.*
  - [http://www.ifcc.org/media/477630/2018-08-blood-gas-document-final-nov\\_2018.pdf](http://www.ifcc.org/media/477630/2018-08-blood-gas-document-final-nov_2018.pdf)

# Références (1)

1. Craver C, Belk KW, Myers GJ. Measurement of total hemoglobin reduces red cell transfusion in hospitalized patients undergoing cardiac surgery: a retrospective database analysis. *Perfusion*. 2018 Jan; 33 (1):44-52.
2. Carraro P et al. Errors in a stat laboratory: Types and frequencies 10 years later. *Clin Chem*, 2007 Jul; 53 (7): 1338-42.
3. CLSI. *Blood Gas and pH Analysis and Related Measurements; Approved Guideline – Second Edition*. CLSI Document C46-A2. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute: 2009. 3. [www.clsi.org](http://www.clsi.org).
4. Baird G. Preanalytical considerations in blood gas analysis. *Biochem Med (Zagreb)* 2013; Feb 23(1): 19–27.
5. Crawford A. An audit of the patient's experience of arterial blood gas testing. *British Journal of Nursing*; 2004: 13 (9): 529-32.
6. Hudson TL, Dukes SF, Reilly K. Use of local anesthesia for arterial puncture. *American Journal of Critical Care*; 2006: Nov; Vol 15 (6): 595-99.
7. Chhapola V, Kumar S, Goyal P. Is liquid heparin comparable to dry balanced heparin for blood gas sampling in intensive care unit? *Indian J Crit Care Med* ; 2014 Jan; 18(1):14–20.
8. Van de Louw A, Desai R, Schneider C et al. Hypoxemia during extreme hyperleukocytosis: How spurious? *Respiratory Care* 2016; 61(1): 8-14. Accompanying Editorial: Albert T, Swenson E. Circumstances when arterial blood gas analysis can lead us astray. *Respiratory Care*. 2016; 61(1): 119-21.
9. CLSI. *Procedures for the collection of arterial blood specimens; Approved Standard, Fourth Edition*, CLSI Document GP43-A4. Wayne, PA: Clinical Standards Institute. 2004.
10. Mahoney JJ, Hodgkin JE, Van Kessel AL. Arterial blood gas analysis. In: Burton GG, Hodgkin JE, Ward JJ, eds. *Respiratory Care*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott; 1997: 249-79.
11. Smeenk F, Janssen J, Arends B, Harff G, Bosch J, Schönberger J, Postmus P. Effects of four different methods of sampling arterial blood and storage time on gas tensions and shunt calculation in the 100% oxygen test. *Eur Respir*. 1996; (10): 910-13.
12. Mahoney JJ, Harvey JA, Wong RJ, Kessel VLA. Changes in oxygen measurements when whole blood is stored in iced plastic or glass syringes. *Clin Chem*; 1991; (37): 1244-48.
13. Woolley A, Hickling K. Errors in measuring blood gases in the intensive care unit: Effect of delay in estimation. *J Crit Care*; 2003; (18): 31-37.
14. Blonshine S. To ice or not to ice. *AARC Times*; August 2000: 37-39.

# Références (2)

15. Liss P, Payne P. Stability of blood gases in ice and at room temperature. *Chest* 1993; (1030): 1120-21.
16. Steige H, Jones J. Evaluation of pneumatic tube system for delivery of blood samples. *Clin Chem* 1971 Dec; 17 (12): 1160-64.
17. Keshgegian A, Bull G. Evaluation of a soft handling computerized pneumatic tube specimen delivery system. Effects on analytical results and turnaround time. *Am J Clin Pathol* 1992; 97; (4): 535-40.
18. Pozanski W, Smith F, Bodley F. Implementation of a pneumatic tube system for transport of blood samples. *Am J Clin Pathol*. 1978; 70 (2): 291-5.
19. Pragay D et al. A computer directed pneumatic tube system: its effect on specimens. *Clin Biochem* 1980; 13 (6): 259-61.
20. Zaman Z, Demedts M. Blood gas analysis: POCT versus central laboratory on samples sent by a pneumatic tube system. *Clin Chim Acta*. 2001 May; 307 (1-2): 101-6.
21. Collison PO et al. Changes in blood gas samples produced by a pneumatic tube system. *J Clin Pathol*. 2002 Feb; 55 (2): 105-7.
22. Biswas C et al. Blood gas analysis: effect of air bubbles in syringe and delay in estimation. *Br Med J*. 1982 Mar 27; 284 (6320): 923-7.
23. Asteles J et al. Pneumatic transport exacerbates interference of room air contamination in blood gas samples. *Arch Pathol Lab Med*. 1996; 120 (7): 642-7.
24. Lu JY et al. Effects of air bubbles and tube transportation on blood oxygen tension in arterial blood gas analysis. *J Formos Med Assoc*. 2003 Apr; 102 (4): 246-9. 18
25. Auvet A et al. Preanalytical conditions of point of care testing in the intensive care unit are decisive for analysis reliability. *Ann Intensive Care*. 2016 Dec; 6(1):57

# Autres références

Auvet A, Espitalier F, Grammatico-Guillon L, Nay MA, Elaroussi D, Laffon M, Andres CR, Legras A, Ehrmann S, Dequin PF, Gendrot C, Guillon A. Preanalytical conditions of point-of-care testing in the intensive care unit are decisive for analysis reliability. *Ann Intensive Care* 2016; Dec 6(1):57. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27342259>

Baird G. Preanalytical considerations in blood gas analysis. *Biochem Med (Zagreb)* 2013; 23(1):19-27. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23457763>

Kieninger M, Zech N, Mulzer Y, Bele S, Seemann M, Künzig H, Schneiker A, Gruber M. [Optimization of blood gas analysis in intensive care units : Reduction of preanalytical errors and improvement of workflow]. *Anaesthetist* 2015; May; 64 (5):365-72 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25896414>

Küme T, Şişman AR, Solak A, Tuğlu B, Cinkooğlu B, Coker C. The effects of different syringe volume, needle size and sample volume on blood gas analysis in syringes washed with heparin. June 2012. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22838185>

Petit M, Mine L, Pascreau T, Brouzes C, Majoux S, Borgel D, Beaudeau JL, Lasne D, Hennequin C. Preanalytical influence of pneumatic tube delivery system on results of routine biochemistry and haematology analysis. December 2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29043982>

Smajić J, Kadić D, Hasić S, Serdarević N. Effects of post-sampling analysis time, type of blood samples and collection tubes on values of blood gas testing. August 2015. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26276646>

van Berkel M, Scharnhorst V. Electrolyte-balanced heparin in blood gas syringes can introduce a significant bias in the measurement of positively charged electrolytes. February 2011. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21143021>



# Recommendations

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Blood gas and pH analysis and related measurements. Approved Guidelines – second edition. CLSI document C46-A2. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2009. <https://clsi.org/>

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Procedures for the collection of arterial blood specimens; Approved Standard – Fourth edition. CLSI document GP43-A4 (ISBN 1-56238-545-3).

Clinical and Laboratory Standards Institute, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087 USA, 2004. <https://clsi.org/>

AARC Clinical Practice Guideline: Blood Gas Analysis and Hemoximetry: 2013 Michael D Davis, Brian K Walsh, Steve E Sittig and Ruben D Restrepo Respiratory Care October 2013, 58 (10) 1694-1703; DOI: <http://dx.doi.org/10.4187/respcare>  
<http://rc.rcjournal.com/content/58/10/1694.full>

Lora Dukić, Lara Milevoj Kopčinović, Adrijana Dorotić, Ivana Baršić. Blood gas testing and related measurements: National recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. Biochemia Medica 2016;26(3):318-36. <http://www.biochemia-medica.com/2016/26/318>