



# Place des gaz du sang en pratique clinique de réanimation néonatale

**Dr Marine BUTIN**

Réanimation néonatale HFME Lyon

Congrès CNBH Janvier 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 Butin

Exerçant au CHU Lyon

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

1. Introduction : la réanimation néonatale
2. Gazométrie chez les nouveau-nés
  - Informations disponibles
  - Indications et implications
  - Limites et contraintes
3. Alternatives éventuelles

# 1. Introduction : la réanimation néonatale

- « Jeune » spécialité
  - Premières unités de réa néonat : 1965



- A cheval entre l'obstétrique et la pédiatrie
  - Transition foetale-néonatale



# 1. Introduction : la réanimation néonatale

- Progrès majeurs en 50 ans
  - Prise en charge de patients de + en + vulnérables



- Large panel de pathologies traitées
  - Large panel de prises en charges et techniques

## 2. Gazométrie chez les nouveau-nés

- Informations disponibles
- Indications et implications
  - Asphyxie périnatale
  - Pathologies respiratoires néonatales
  - Maladies héréditaires du métabolisme
  - Autres
- Limites et contraintes

## 2. Gazométrie chez les nouveau-nés

### – Informations disponibles

### – Indications et implications

- Asphyxie périnatale
- Pathologies respiratoires néonatales
- Maladies héréditaires du métabolisme
- Autres

### – Limites et contraintes

# Informations disponibles sur les gds

	Résultats	Unités	Valeurs de référence
Température patient	33,4	°C	
<b>Sang artériel</b>			
pH <small>Potentiométrie directe Radiometer</small>	7,40		7,35-7,45
pCO2 <small>Potentiométrie directe Radiometer</small>	4,2	kPa	3,6-5,5
pCO2 mmHg	31,5	mm Hg	
Bicarbonates <small>Valeur calculée</small>	+ 20	mmol/L	21-28
CO2 total <small>Valeur calculée</small>	+ 21	mmol/L	22-30
Excès de bases <small>Valeur calculée</small>	+ -5,0	mmol/L	-2,0-2,0
pO2 <small>Spéctrométrie Radiometer</small>	+ 5,1	kPa	7,2-12,5
pO2 mmHg	+ 38,2	mm Hg	54,0-94,5
Saturation fonctionnelle en O2 <small>Spéctrométrie Radiometer</small>	+ 88,1	%	94,0-98,0
Saturation fractionnelle en O2 <small>Spéctrométrie Radiometer</small>	84,6	%	
Contenu en O2 <small>Valeur calculée</small>	9,6	mmol/L	7,0-10,0
Hémoglobine <small>Spéctrophotométrie Radiometer</small>	+ 182	g/L	145-225



# Informations disponibles sur les gds

- Acidose? Alcalose?

Biochimie Plateau 24/24			
	Résultats	Unités	Valeurs de référence
Température patient	33,4	°C	
<b>Sang artériel</b>			
pH <small>Potentialité Hydrogène Radiometer</small>	7,40		7,35-7,45
pCO2 <small>Pression partielle de CO2 Radiometer</small>	4,2	kPa	3,6-5,5
pCO2 mmHg	31,5	mm Hg	
Bicarbonates <small>Valeur calculée</small>	+ 20	mmol/L	21-28
CO2 total <small>Valeur calculée</small>	+ 21	mmol/L	22-30
Excès de bases <small>Valeur calculée</small>	+ -5,0	mmol/L	-2,0-2,0
pO2 <small>Pression partielle de l'oxygène Radiometer</small>	+ 5,1	kPa	7,2-12,5
pO2 mmHg	+ 38,2	mm Hg	54,0-94,5
Saturation fonctionnelle en O2 <small>Saturation fonctionnelle de l'oxygène Radiometer</small>	+ 88,1	%	94,0-98,0
Saturation fractionnelle en O2 <small>Saturation fractionnelle de l'oxygène Radiometer</small>	84,6	%	
Contenu en O2 <small>Valeur calculée</small>	9,6	mmol/L	7,0-10,0
Hémoglobine <small>Saturation fonctionnelle de l'hémoglobine Radiometer</small>	+ 182	g/L	145-225

# Informations disponibles sur les gds

- Acidose? Alcalose?
- Origine respiratoire/métabolique?
- Compensation?

Biochimie Plateau 24/24			
	Résultats	Unités	Valeurs de référence
Température patient	33,4	°C	
<b>Sang artériel</b>			
pH	7,40		7,35-7,45
pCO2	4,2	kPa	3,6-5,5
pCO2 mmHg	31,5	mm Hg	
Bicarbonates	+ 20	mmol/L	21-28
CO2 total	+ 21	mmol/L	22-30
Excès de bases	+ -5,0	mmol/L	-2,0-2,0
pO2	+ 5,1	kPa	7,2-12,5
pO2 mmHg	+ 38,2	mm Hg	54,0-94,5
Saturation fonctionnelle en O2	+ 88,1	%	94,0-98,0
Saturation fractionnelle en O2	84,6	%	
Contenu en O2	9,6	mmol/L	7,0-10,0
Hémoglobine	+192	g/L	145-225

# Informations disponibles sur les gds

- Acidose? Alcalose?
- Origine respiratoire/métabolique?
- Compensation?
- PO2 sang veineux : extraction d'O2 tissulaire?

Biochimie Plateau 24/24			
	Résultats	Unités	Valeurs de référence
Température patient	33,4	°C	
<b>Sang artériel</b>			
pH <small>Potentialité acide-NaClémie</small>	7,40		7,35-7,45
pCO2 <small>Potentialité acide-NaClémie</small>	4,2	kPa	3,6-5,5
pCO2 mmHg	31,5	mm Hg	
Bicarbonates <small>Valeur calculée</small>	+ 20	mmol/L	21-28
CO2 total <small>Valeur calculée</small>	+ 21	mmol/L	22-30
Excès de bases <small>Valeur calculée</small>	+ -5,0	mmol/L	-2,0-2,0
pO2 <small>Potentialité acide-NaClémie</small>	+ 5,1	kPa	7,2-12,5
pO2 mmHg	+ 38,2	mm Hg	54,0-94,5
Saturation fonctionnelle en O2 <small>Saturation fonctionnelle en O2</small>	+ 88,1	%	94,0-98,0
Saturation fractionnelle en O2 <small>Saturation fractionnelle en O2</small>	84,6	%	
Contenu en O2 <small>Valeur calculée</small>	9,6	mmol/L	7,0-10,0
Hémoglobine <small>Saturation fonctionnelle-NaClémie</small>	+ 182	g/L	145-225

# Informations disponibles sur les gds

Biochimie Plateau 24/24			
	Résultats	Unités	Valeurs de référence
Température patient	33,4	°C	
<b>Sang artériel</b>			
pH <small>Potentialité acide-Naphtol</small>	7,40		7,35-7,45
pCO2 <small>Potentialité acide-Naphtol</small>	4,2	kPa	3,6-5,5
pCO2 mmHg	31,5	mm Hg	
Bicarbonates <small>Valeur calculée</small>	+ 20	mmol/L	21-28
CO2 total <small>Valeur calculée</small>	+ 21	mmol/L	22-30
Excès de bases <small>Valeur calculée</small>	+ -5,0	mmol/L	-2,0-2,0
pO2 <small>Appareillage Radiometer</small>	+ 5,1	kPa	7,2-12,5
pO2 mmHg	+ 38,2	mm Hg	54,0-94,5
Saturation fonctionnelle en O2 <small>Saturation fonctionnelle Radiometer</small>	+ 88,1	%	94,0-98,0
Saturation fractionnelle en O2 <small>Saturation fractionnelle Radiometer</small>	84,6	%	
Contenu en O2 <small>Valeur calculée</small>	9,6	mmol/L	7,0-10,0
Hémoglobine <small>Saturation fonctionnelle Radiometer</small>	+ 192	g/L	145-225

- Acidose? Alcalose?
- Origine respiratoire/métabolique?
- Compensation?
- PO2 sang veineux : extraction d'O2 tissulaire?
- Quantité d'Hb
- +/- dosage des lactates

## 2. Gazométrie chez les nouveau-nés

– Informations disponibles

– **Indications et implications**

- **Asphyxie périnatale**
- Pathologies respiratoires néonatales
- Maladies héréditaires du métabolisme
- Autres

– Limites et contraintes

# Asphyxie périnatale

- 0,5% des naissances
- Facteur obstétrical ++ (rupture utérine, décollement placentaire...) : mauvaise perfusion (anoxo-ischémie) du fœtus durant le travail
- Mortalité et conséquences neurologiques potentiellement sévères+++ : handicap, paralysie cérébrale.

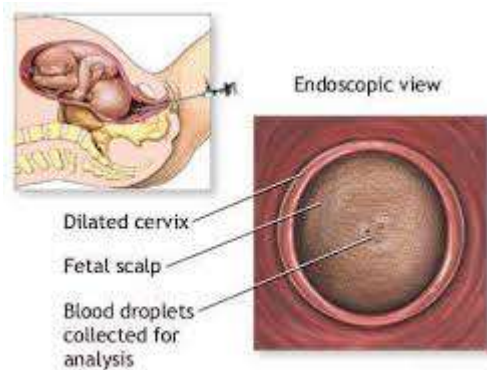
# Asphyxie périnatale

- Moyens de surveillance durant le travail :

- RCF



- pH et lactates au scalp



	Scalp
pO <sub>2</sub> (mmHg)	18-22
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	40-50
pH	7,25-7,35

# Asphyxie périnatale



- A la naissance : pH au cordon

– Normes

		Moyenne	SD	2,5 <sup>e</sup> ou 95 <sup>e</sup> perc.	5 <sup>e</sup> ou 97,5 <sup>e</sup> perc.
Artériel	pH	7,26	0,07	7,10	7,13
	pCO <sub>2</sub> (mmHg)	53	10	69	74
	DB (mEqu/L)	-4	3	-11	-10
	Lactates (mmol/L)	4,63	2,33	8	
Veineux	pH	7,34	0,06	7,20	7,23
	pCO <sub>2</sub>	41	7	53	57
	DB	-3	3	-8	-8

*Valeurs moyennes des gaz du sang au cordon ombilical*

– Bonne corrélation avec RCF

*Tableau 1 : Gazométrie moyenne en fonction des différents groupes de RCF*

	Groupe 1 N=1437	Groupe 2 N=369	Groupe 3 N=155	Groupe 4 N=54	Groupe 5 N=26
pHa	7,29 [7,06-7,42]	7,25 [6,99-7,38]	7,18 [7,06-7,42]	7,14 [6,81-7,37]	7,07 [6,90-7,22]
pHv	7,36 [7,15-7,45]	7,30 [7,06-7,40]	7,26 [7,15-7,48]	7,23 [6,88-7,39]	7,18 [6,98-7,35]
Lact a (mmol/L)	3,60 [1,30-10,44]	4,51 [1,43-10,75]	5,83 [2,34-10,70]	6,22 [2,90-11,95]	8,25 [5,19-11,39]
Lact v (mmol/L)	3,27 [1,44-10,38]	4,18 [1,80-8,95]	5,70 [2,20-8,66]	5,47 [2,86-12,28]	6,02 [3,41-10,40]





# Asphyxie périnatale

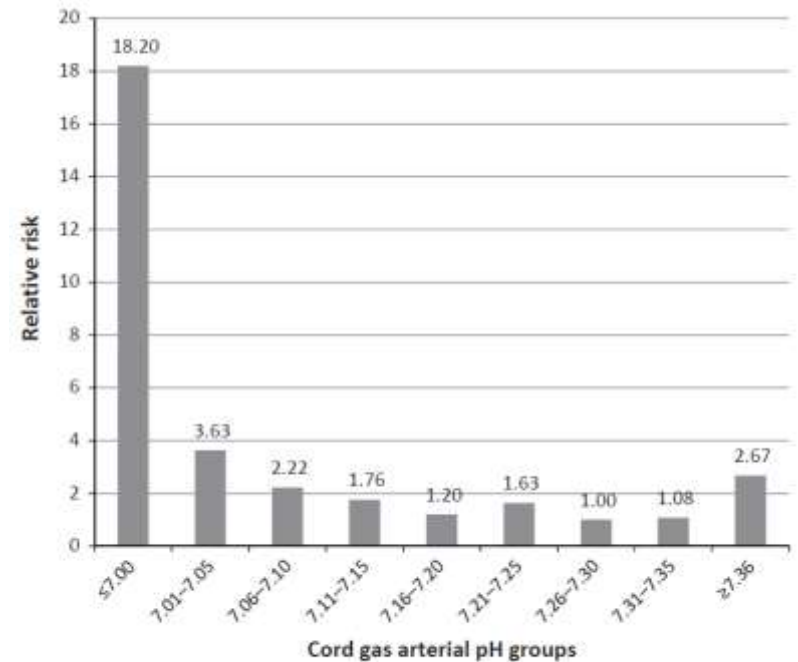


- A la naissance : pH au cordon
  - Acidose sévère pH <7,00 : marqueur d'une asphyxie périnatale
  - Impact pronostic

**TABLE 5**  
**Relationship of arterial pH and base deficit in predicting adverse outcomes in severely acidemic cohort (neonates with arterial pH <7.0)**

Adverse outcome	Predictors	Model change	P value	Final model	P value
		$\chi^2$		Wald $\chi^2$	
Encephalopathy grade 2/3 and/or death	1. ApH	5.0	.025	2.6	.109
	2. ABE(Ecf)	1.4	.237	1.4	.236
Neonatal unit admission	1. ApH	24.1	< .001	14.7	< .001
	2. ABE(Ecf)	0.1	.702	0.1	.703
Composite neurological adverse outcome and systemic involvement	1. ApH	12.0	.001	7.6	.006
	2. ABE(Ecf)	0.6	.449	0.6	.448

*Knutsen, 2015*  
 cess, ApH, arterial pH.  
 the neonates. *Am J Obstet Gynecol* 2015.



**Figure 4.** Relative risk of encephalopathy with seizures or death in each arterial pH group.

*Yeh, 2012*

– Valeur médico légale

# Asphyxie périnatale



- A la naissance : pH au cordon
    - Impact dans la décision thérapeutique : indication d'hypothermie contrôlée si :
      - pH < 7,00
      - Et/ou BE > 12 mmol/L
      - Et/ou lactates > 11 mmol/L
- (+ signes neurologiques et EEG)

## 2. Gazométrie chez les nouveau-nés

– Informations disponibles

– **Indications et implications**

- Asphyxie périnatale
- **Pathologies respiratoires néonatales**
- Maladies héréditaires du métabolisme
- Autres

– Limites et contraintes

# Pathologies respiratoires néonatales

- Pathologies variées et fréquentes++++ : c'est la première urgence néonatale
  - Prématuré++
  - Malformations congénitales++
  - Mauvaise adaptation (HTAP/retard de résorption du liquide amniotique)
- Prise en charge : ventilation
  - Invasive/non invasive
  - Adaptée selon paramètres cliniques, radiologiques et gazométriques +++



# Pathologies respiratoires néonatales

- Gazo → intérêt du suivi de la capnie++
  - Objectif normocapnie/Hypercapnie permissive (réduit l'agression du poumon par la ventilation)
  - Risques liés à hypo/hyper-capnie et/ou modifications rapide de la capnie chez le prématuré : hémorragie intracérébrale

**TABLE 4** Identification of Variables Associated With Severe IVH in Multivariate Logistic Regression Analysis

	Odds Ratio	95% Confidence Interval	P
Gestational age (per 1 wk)	0.82	0.74–0.91	<.001
Pregnancy-induced hypertension	0.51	0.31–0.83	<.01
Premature rupture of membranes	0.60	0.36–1.00	<.05
Prenatal steroid use (any)	0.51	0.34–0.76	<.01
Apgar score at 5 min (per 1 unit)	0.87	0.78–0.96	<.01
Mechanical ventilation	2.04	1.07–3.89	<.05
Maximal PaCO <sub>2</sub> of >60 mm Hg	1.97	1.23–3.15	<.01
Minimal PaCO <sub>2</sub> of <39 mm Hg	2.51	1.53–4.12	<.001
Time-weighted PaCO <sub>2</sub> of >52 mm Hg	1.92	1.19–3.10	<.01

## 2. Gazométrie chez les nouveau-nés

– Informations disponibles

– **Indications et implications**

- Asphyxie périnatale
- Pathologies respiratoires néonatales
- **Maladies héréditaires du métabolisme**
- Autres

– Limites et contraintes

# Maladies héréditaires du métabolisme

- Rares mais sévères
- Plusieurs classes :

Maladies par intoxication	Maladies par carence énergétique	Maladies du métabolisme des molécules complexes
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aminoacidopathies</li><li>• Aciduries organiques</li><li>• Déficits du cycle de l'urée</li><li>• Galactosémies</li><li>• Anomalies du métabolisme du fructose</li><li>• Intoxications par métaux</li><li>• Porphyrines héréditaires</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Glycogénoses</li><li>• Déficits de l'oxydation des acides gras</li><li>• Mitochondriopathies</li><li>• Anomalies de la cétolyse</li><li>• Anomalies de la biosynthèse de créatine</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maladies lysosomales</li><li>• Maladies péroxysomales</li><li>• Anomalies de synthèse du cholestérol</li><li>• Anomalies de la glycosylation des protéines</li></ul>

- Thérapeutique ciblée
  - Régime/éviction protéines/aa
  - Charge glucido-lipidique
  - Epurateurs, vitaminothérapie...
- Urgence diagnostique et thérapeutique+++

# Maladies héréditaires du métabolisme

- Diagnostic suspecté cliniquement (troubles neurologiques, polypnée...)
- Confirmation biologique++
  - Acidose
  - Excès de base élevé
  - Compensation respiratoire : hypocapnie



## 2. Gazométrie chez les nouveau-nés

– Informations disponibles

– **Indications et implications**

- Asphyxie périnatale
- Pathologies respiratoires néonatales
- Maladies héréditaires du métabolisme
- **Autres**

– Limites et contraintes

# Autres indications

- Autres acidoses métaboliques :
  - Etat de choc :
    - Lactates et pH : valeurs pronostiques.
    - Reflet de la circulation périphérique
  - Fuites urinaires/digestives
    - Excès de base bas
    - Seule indication de supplémentation alcaline pour corriger l'alcalose!
  - Intoxication exogène (médicaments)

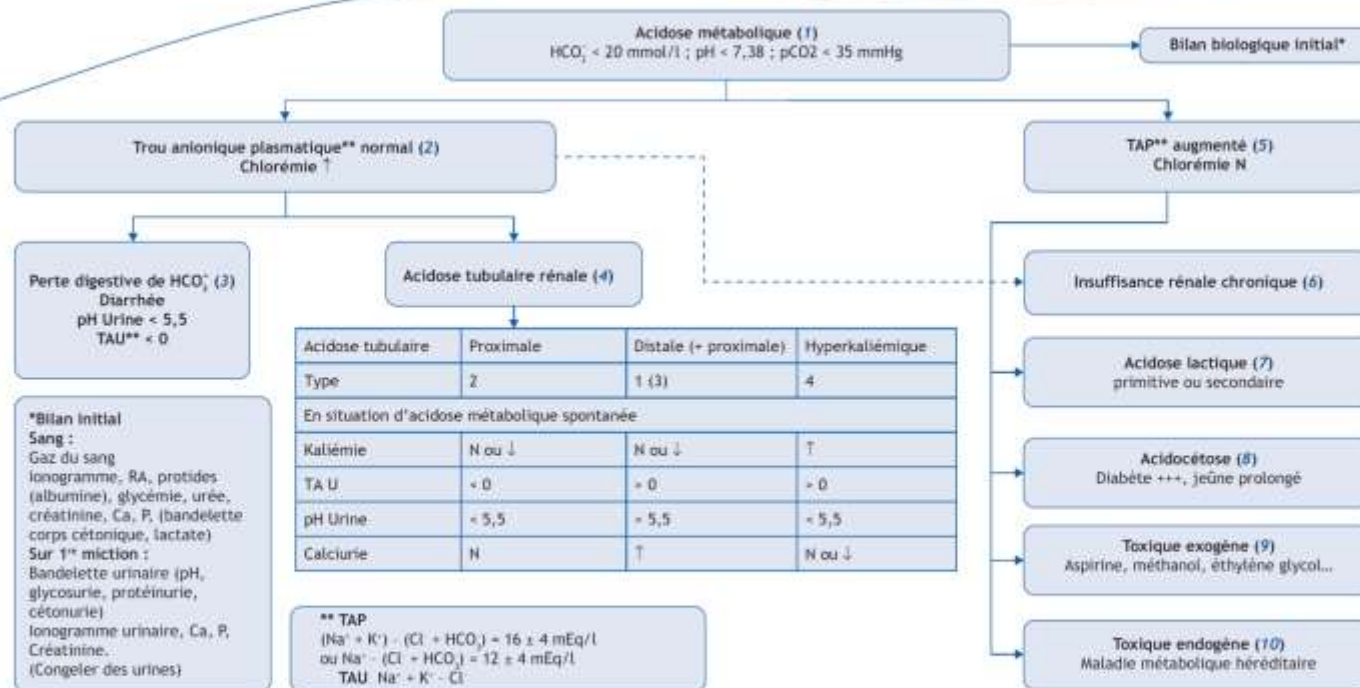
# Autres indications

36

L. de Parscau

Service de pédiatrie et génétique médicale, CHU Morvan, 29609 Brest

Orientation diagnostique  
devant une acidose  
métabolique



## ■ Abréviations

TA : Trou anionique  
 TAP : Trou anionique plasmatique  
 TAU : Trou anionique urinaire

Correspondance:  
 Adresse e-mail : loic.deparscau@chu-brest.fr (L. de Parscau).

# Autres indications

- Autres acidoses métaboliques
- Méthémoglobinémie
  - Rare++ mais traitement spécifique
  - Congénitale ou transitoire



## 2. Gazométrie chez les nouveau-nés

- Informations disponibles
- Indications et implications
  - Asphyxie périnatale
  - Pathologies respiratoires néonatales
  - Maladies héréditaires du métabolisme
  - Autres
- **Limites et contraintes**

# Limites et contraintes

- Facteurs modifiant les paramètres mesurés
  - Clampage retardé du cordon
  - Température du patient
  - ...?
- Difficultés et limites techniques

# Limites et contraintes

- Clampage retardé du cordon
  - >60 secondes
  - Intérêt chez bébé à terme et prématuré pour faciliter la transition et l'adaptation à la vie extra utérine
  - MAIS modifie les paramètres mesurés au cordon qui sont des facteurs « pronostiques » et médico-légaux reconnus

**Table 1**  
Blood gas analysis at immediate cord clamping (ICC) and delayed cord clamping (DCC), expressed as mean (range), and mean difference between ICC and DCC. ICC was done within the first 30 s after birth and DCC between 45 and 180 s after ICC.

Parameter	Immediate value	Delayed value	95% CI of difference	Wilcoxon (p)
pH	7.30 (7.08 to 7.45)	7.27 (7.02 to 7.43)	-0.031 to -0.017	0.000
Partial carbon dioxide pressure (mmHg)	47.00 (29.80 to 81.10)	50.23 (30.20 to 82.00)	1.96 to 4.50	0.000
Partial oxygen pressure (mmHg)	24.76 (5.10 to 50.70)	24.06 (7.30 to 49.30)	-1.67 to 0.26	0.058
Total hemoglobin content (g/dl)	16.49 (11.70 to 22.00)	16.44 (10.00 to 23.00)	-0.25 to 0.16	0.121
Oxygen saturation (%)	40.94 (3.50 to 89.80)	38.08 (3.90 to 89.50)	-5.09 to -0.62	0.005
Glucose concentration (mg/dL)	104.60 (68.00 to 190.00)	100.84 (53.00 to 180.00)	-6.20 to -1.34	0.000
Lactate concentration (mg/dL)	30.37 (13.00 to 58.00)	33.84 (13.00 to 89.00)	1.47 to 5.47	0.000
Oxygen content (vol%)	9.33 (0.80 to 19.40)	8.55 (0.90 to 18.80)	-1.27 to -0.29	0.000
Base excess (mmol/L)	-4.02 (-11.90 to 1.50)	-4.37 (-9.6 to 0.40)	-0.54 to -0.16	0.000
Bicarbonate concentration (mmol/L)	21.04 (14.70 to 27.30)	20.76 (12.00 to 26.70)	-0.52 to -0.03	0.007

# Limites et contraintes

- Température du patient
  - Patients en hypothermie contrôlée (33,5°C) = patients en état d'acidose périnatale, mauvaise adaptation, ventilés → gazométries fréquentes
  - Interprétation gaz doit tenir compte de la température

	Artère		Veine	
	37 °C	34 °C	37 °C	34 °C
pH	7,40	7,46	7,35	7,39
paCO <sub>2</sub> (mmHg)	40	32	48	39
paO <sub>2</sub> (mmHg)	95	100	26	26
sO <sub>2</sub> (%)	98,5	99	49	62



# Limites et contraintes

- Difficultés et limites techniques

- Ponction :

- Douleur
    - Effraction cutanée/risque infectieux
    - Spoliation sanguine (1ml / 500g = 100ml / 50kgs)

- Coagulation de l'échantillon

- Viscosité sanguine
    - Difficultés de ponction
    - Délai d'acheminement



# Limites et contraintes

- Délai de résultat :



# 3. Alternatives?

- Gazométrie « point of care » au lit du patient
  - Maintenance, validation, commandes de réactifs : délocalisées? Quelles responsabilités?
- Autres outils : non invasifs++ et temps-réel
  - Clinique+++ : diurèse, coloration cutanée, polypnée, sueurs...
  - pO<sub>2</sub> : satO<sub>2</sub>, NIRS
  - pCO<sub>2</sub> : transcutanée





# Conclusion

Outils indispensable au quotidien en réa néonatal

Multiples indications

Place dans surveillance et décisions thérapeutiques

Valeur médico-légale

A utiliser dans un contexte/une question clinique

En connaissant les limites et les biais éventuels

# Références

- Godignon et al. Aide à la validation biologique des paramètres d'oxygénation. Ann Biol Clin 2017 ; 75 (6) : 653-63
- De Parscau. Pas à Pas « Orientation diagnostique devant une acidose métabolique »
- Fabres et al. Both Extremes of Arterial Carbon Dioxide Pressure and the Magnitude of Fluctuations in Arterial Carbon Dioxide Pressure Are Associated With Severe Intraventricular Hemorrhage in Preterm Infants. Pediatrics 2007;119;299-305.
- Brown et al. Incidence of Hypocapnia, Hypercapnia, and Acidosis and the Associated Risk of Adverse Events in Preterm Neonates. Respiratory Care 2018;63;943-9.
- Valero et al. Effect of delayed umbilical cord clamping on blood gas analysis. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology 2012;162;21–3.
- Linet et al. Évaluation du bien-être néonatal par micro-dosage rapide des lactates au sang du cordon. J Gynecol Obstet Biol Reprod 2002 ; 31 : 352-357.
- Yeh et al. The relationship between umbilical cord arterial pH and serious adverse neonatal outcome: analysis of 51 519 consecutive validated samples. BJOG 2012;119:824–831.
- Knutzen et al. The significance of base deficit in academic term neonates. Am J Obstet Gynecol 2015;213:373.e1-7.

Merci pour votre attention