

UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE
FACULTÉ DE MÉDECINE D'AMIENS

Thèse n°2017 - 139

**Impact de la perte d'humidité dans les couveuses sur
le métabolisme du prématuré selon le mode de
régulation thermique.**

Thèse de doctorat en médecine
Spécialité pédiatrie

Présenté et soutenu publiquement le 09 octobre 2017

Par **M. Romain ERBANI**

Président du Jury: Monsieur le Professeur Bernard BOUDAILLIEZ

Membre du jury: Monsieur le Professeur Bernard BOUDAILLIEZ
Monsieur le Professeur Pierre TOURNEUX
Monsieur le Professeur Fabrice WALLOIS
Madame le Professeur Karen CHARDON
Monsieur le Docteur Charles MUSZYNSKI
Madame le Docteur Coralie DEGORRE

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur TOURNEUX

TABLE DES MATIERES :

Introduction : page 3

1.La balance hydroelectrolytique du prématuré est instable : page 3

2.Le niveau d'humidité de l'incubateur conditionne les pertes hydriques transcutanées :
page 4

3.Les méthodes de mesure homologuées : page 4

4.L'environnement thermohydrique impacte le métabolisme du prématuré : page 5

5.Des différences de management entre les centres : page 5

6.L'histoire des incubateurs pour les prématurés : page 5

Matériel et Méthode page 6

1.Lieu et période : page 6

2.Patients : page 6

3.Comité d'éthique : page 6

4.Protocole : page 6

5.Calcul du métabolisme du prématuré : page 7

6.Analyse statistique des données : page 7

Résultats : page 8

Discussion : page 12

Conclusion : page 13

Introduction

Le nouveau-né prématuré est un être on ne peut plus fragile. Il est complètement dépendant de son environnement en particulier en ce qui concerne la température et le taux d'humidité relative du milieu dans lequel il vit. Depuis le début du 20^{ème} siècle, l'impact de l'environnement thermique et hydrique chez le nouveau-né prématuré est connu et étudié [1]. Il a été démontré qu'un taux d'humidité relative < 60% augmente le risque de décès chez le nouveau-né à terme mais surtout chez le nouveau-né prématuré [2–5].

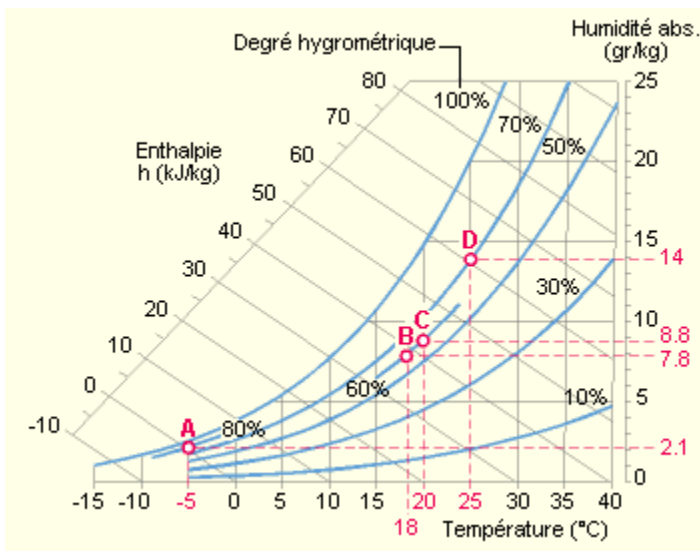
1. La balance hydro électrolytique du nouveau-né prématuré est instable :

La balance hydro-électrolytique chez le nouveau-né prématuré est fonction de son environnement comme l'a démontré Gaylord et al. ainsi que Kim et al. [6,7]. Le travail de Hammarlund a permis de prouver que les pertes hydriques transcutanées sont d'autant plus importantes que le nouveau-né naît prématurément avec une diminution des pertes hydriques transcutanées durant les 28 premiers jours de vie de l'enfant sans que le taux de base ne soit atteint pour un âge corrigé à terme [8–11]. Il a aussi été démontré que les enfants nés en présentant un retard de croissance in-utero présentait une perte hydrique transcutanée moindre que les enfants nés à un poids équivalent mais à un terme plus précoce [9]. Ceci peut s'expliquer par une maturation cutanée progressive permettant une régulation thermique et hydrique à partir de 32 semaines d'aménorrhée comme l'a démontré Kalia et al. [12].

Les pertes hydriques en réanimation néonatale sont définies par les pertes sensibles (diurèse, selles, aspirations gastriques) et les pertes insensibles (transcutanée et respiratoire). Les pertes insensibles sont normalement de 30 ml/kg/j chez le nouveau-né à terme mais peuvent atteindre jusqu'à 200 ml/kg/j chez le prématuré.

La majeure partie des pertes hydriques chez le nouveau-né prématuré est due à une hyper diurèse et à la perte hydrique transcutanée [13]. Les pertes hydriques respiratoires sont les mêmes voire inférieures pour le nouveau-né prématuré par rapport au nouveau-né à terme ainsi, pour améliorer la balance hydro-électrolytique, les principaux facteurs modifiables sont les apports hydro-électrolytique du prématuré, la température et l'humidité de l'environnement du prématuré [14].

On définit le taux d'humidité relative par $\phi = 100.pv / pvs$ où pv est la pression partielle de vapeur d'eau et pvs est la pression de saturation de la vapeur d'eau pour un air à une température donnée. L'humidité absolue est définie par le poids de vapeur d'eau en gramme pour un poids d'air sec en kilogramme à une température donnée, ainsi pour une humidité absolue donnée ($g_{eau}/kg_{air\ sec}$) plus la température de l'air est élevée, plus le taux d'humidité relative est bas.



(www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11243)

Les pertes hydriques transcutanées ($\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$) sont une relation exponentielle avec l'âge gestationnel quel que soit l'âge post natal pour le prématuré. La différence de perte hydrique transcutanée diminue en fonction de l'âge post natal mais ces pertes restent tout de même deux fois plus importantes pour le nouveau-né prématuré par rapport au nouveau-né à terme à 28 jours de vie. Les pertes hydriques transcutanées sont moins importantes pour un nouveau-né petit pour l'âge gestationnel par rapport à un nouveau-né eutrophe pour un âge corrigé donné [11].

2. Le niveau d'humidité de l'incubateur conditionne les pertes hydriques transcutanées :

En reprenant les données de physique des fluides, nous déduisons que le niveau d'humidité relative de l'incubateur conditionne directement les pertes hydriques transcutanées.

Les travaux de Hammarlund ont permis de prouver ces affirmations en utilisant la méthode de mesure des pertes hydriques transcutanées directes. Le taux de survie des nouveau-nés prématurés était plus élevé pour des taux d'hygrométrie plus élevés [2].

3. Les méthodes de mesure homologuées :

Des méthodes de calorimétrie analytique indirecte ont été prouvées pour le nouveau-né prématuré [15,16]. Ces analyses permettent d'évaluer les pertes hydriques et thermiques transcutanées chez les enfants nés prématurément.

4. L'environnement thermohydrique impacte le métabolisme du prématuré :

Dans des conditions idéales d'homéostasie thermique et hygrométrique, le métabolisme du nouveau-né prématuré lui sert à assurer ses fonctions vitales (activité cérébrale, cardiaque, respiration, digestion) et sa croissance. La production calorifique de ces fonctions dans des conditions idéales permettait au nouveau-né prématuré de maintenir sa température corporelle entre 36,5°C et 37,5°C. Ce métabolisme basal a été décrit et modélisé par Chessex et al où, en addition avec l'énergie requise pour maintenir les fonctions sus-citées, 0,67 kCal par gramme de poids pris d'énergie supplémentaire était nécessaire pour maintenir l'homéothermie du prématuré [17]. Une modélisation mathématique a été décrite par Chessex : $M_r = (R+C+K+E_{resp}+C_{resp}+E_{cut})$ avec M_r est le métabolisme basal, R les pertes par radiations, C les pertes par convection, K les pertes par conduction, E_{resp} et C_{resp} les pertes évaporatoires et convectives respiratoires et E_{cut} les pertes évaporatoires transcutanées. [18–21].

5. Des différences de management entre les centres :

De nombreuses équipes se sont penchées sur le problème de la variabilité entre les services de néonatalogie dans le management de la température et du taux d'humidité relative, les conclusions de leurs études mettent en évidence l'absence de consensus sur cette problématique [22,23]. L'étude de Sinclair et al. a prouvé dans un travail observationnel, multicentrique que 77% des centres de Nouvelle-Zélande utilisaient l'âge gestationnel comme critère principal pour mettre un enfant dans des couveuses avec une augmentation de l'humidité et que l'ensemble des centres n'utilisaient pas les mêmes protocoles de sevrage, ni les mêmes critères de sevrage (âge post natal vs gain pondéral).

6. L'histoire des incubateurs pour les nouveau-nés prématurés :

Les incubateurs pour nouveau-nés prématurés ont été créés en 1870 mais ces derniers n'ont finalement été utilisés de façon régulière que dans les années 1950, au moment où la science de la néonatalogie prenait son essor [24].

Actuellement, les incubateurs utilisés en unité de soins intensifs de néonatalogie utilisent deux types de régulation thermique : le mode de régulation cutanée et le mode de contrôle thermique en air. Le mode de régulation cutanée est un mode qui a été créé avec pour objectif de maintenir constante la température abdominale du nouveau-né et modifie la température de l'air pour atteindre cet objectif. En revanche, le mode de contrôle en air a pour objectif de maintenir constante la température de l'air à l'intérieur de la couveuse. Le mode de régulation cutané utilise une sonde thermique apposée au niveau du quadrant supérieur droit de l'abdomen qui est un bon reflet de la température centrale du nouveau-né et modifie la température de l'air afin de rendre constant la température cutanée [16,25]. La régulation en air utilise une sonde thermique

mesurant la température de l'air à l'intérieur des couveuses. Ces deux modes de régulation ont prouvé leur différence concernant les pertes énergétiques et le gain de poids à 11 jours de vie avec une meilleure prise pondérale et une moindre perte énergétique concernant les incubateurs régulés en mode air [15].

L'objectif principal de l'étude a été de mesurer les variations de l'humidité relative dans les incubateurs chez les nouveau-nés prématurés nés avant 32 semaines d'aménorrhée en fonction du mode de régulation thermique. Secondairement, nous avons analysé l'impact de ces pertes d'humidité relative sur le métabolisme du prématuré en particulier sur les pertes évaporatoires transcutanées.

Matériel et Méthode

1. Lieu et période :

Ce travail était une étude observationnelle, prospective, menée au sein de l'unité des soins intensifs et de la réanimation néonatale du CHU d'Amiens. Le recueil de données s'est déroulé entre le 1^{er} Mai 2009 et le 30 Juin 2011.

2. Patients :

45 prématurés ont été inclus dans l'étude, les critères d'inclusion étaient une naissance avant 32 semaines d'aménorrhée, l'absence de pathologie malformative mettant en jeu le pronostic vital immédiat de l'enfant, le recueil du consentement éclairé et écrit des représentants légaux. Les critères d'exclusion étaient une naissance après 32 semaines d'aménorrhée et l'absence de consentement des représentant légaux.

3. Comité d'éthique :

Le protocole a été validé par le comité d'éthique du CPP Nord-Ouest II qui est un comité d'éthique indépendant (*Comité de Protection des Personnes Nord-Ouest II* ; référence : IDRCB 2008-A01475-50).

4. Protocole :

Les nouveau-nés admis dans le service ont été mis dans deux types de couveuses à convecteur d'air à double rideau et double paroi (Caleo™, Dräger, Lübeck, Allemagne et Médiprema Satis+™, Tauxigny, France). Les patients ont été installés dans les couveuses de façon aléatoire en fonction de la disponibilité des couveuses et de l'équipe médicale présente. Les couveuses Dräger Caleo™ ont été réglé en mode de régulation cutané alors que les couveuses Médiprema Satis+™ étaient réglées soit en mode de régulation air, soit en mode de régulation cutanée. Les patients étaient en décubitus dorsal avec leur couche. La précision de la sonde thermique était de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ après calibration. La sonde thermique était une sonde auto-adhésive en mousse, posée au

niveau de la zone péri-hépatique sur la peau de l'enfant et reflétait directement la température centrale de l'enfant (CTN Siemens™, Munich, Allemagne) [25,26]. Une mesure de la température centrale continue n'a pas été possible car les sondes type sonde rectale présentent un risque non négligeable de complication dans la population étudiée. La mesure de l'humidité relative à l'intérieur de l'incubateur a été réalisée par un capteur capacitif situé en tête de couveuse (Honeywell HIH 4000™, Golden Valley, MN, USA) avec une précision de $\pm 10\%$. La température corporelle était réglée à $36,8^{\circ}\text{C}$ selon les recommandations de Knobel et de l'OMS [27,28]. Le taux d'humidité relative dans la couveuse était fixé à 75% de J0 à J3, 73% de J3 à J5 et 71% de J5 à J10 selon les recommandations de Helder et de Hammarlund [11,29].

Les données ont été recueillies en continu pendant les 9 jours suivant l'admission des patients dans l'unité.

Un ordinateur était placé à la tête de l'incubateur, ce dernier recueillant en continu toutes les secondes les données souhaitées (taux d'humidité relative, température de l'air dans la couveuse, température cutanée).

5. Calcul du métabolisme du prématuré :

La méthode de la calorimétrie analytique a été utilisée pour calculer les échanges spécifiques du prématuré (E) avec son environnement et son métabolisme de base [16–18,21]. Ces calculs ont été réalisés avec les données environnementales recueillies pour chaque mode de réchauffement des couveuses.

6. Analyse statistique des données :

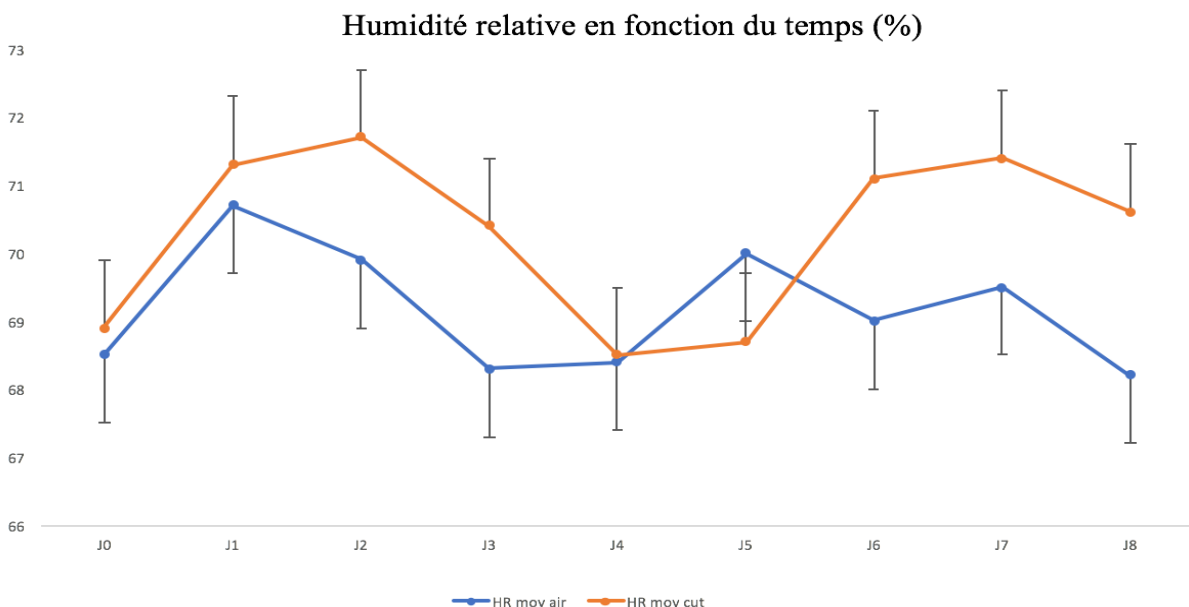
Les données ont été analysées par le logiciel Statview™ (version 5.0, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Les variables quantitatives ont été comparées en utilisant une analyse de variance avec les résultats exprimés en moyenne \pm erreur standard. Si besoin, un test post-hoc, le test exact de Fisher a été réalisé. Le seuil de significativité retenu était $p < 0,05$.

Résultats

Dans cette étude, 45 prématurés ont été inclus. 17 prématurés ont été installés dans des couveuses réglées en mode de régulation air soit 37,8% de la population étudiée et 28 prématurés ont été installés dans des couveuses réglées en mode cutané soit 62,2%. Les deux populations ne présentaient pas de différence significative concernant l'âge gestationnel de naissance ($29,3 \pm 1,5$ SA ; $p=0,25$), le poids de naissance ($1193,4 \pm 304,1$ g ; $p=0,66$) et le sexe ($p=0,58$). Le score d'Apgar à 1 minute, 5 minutes et 10 minutes était respectivement de $8,2 \pm 2,2$ ($p=0,19$), $9,3 \pm 1,3$ ($p=0,47$), $9,8 \pm 0,6$ ($p=0,82$).

En ce qui concerne les mesures de l'humidité relative, la moyenne de l'humidité relative dans les couveuses était de $69,9 \pm 1,0\%$, elle était constante au cours de l'étude (tableau 1, figure 1). L'humidité à l'intérieur des couveuses en mode de régulation air était de $69,2 \pm 1,2\%$ elle était stable au cours du temps ($p=0,79$) (tableau 1, figure 1). L'humidité relative mesurée (HR moy) dans les couveuses réglées en mode cutané est de $70,3 \pm 1,4\%$, avec une différence significative retrouvée au cours du suivi ($p=0,046$) sans différence retrouvée avec analyse post-hoc (tableau 1, figure 1). Aucune différence n'a été retrouvée entre les 2 modes de réchauffement concernant l'humidité relative mesurée.

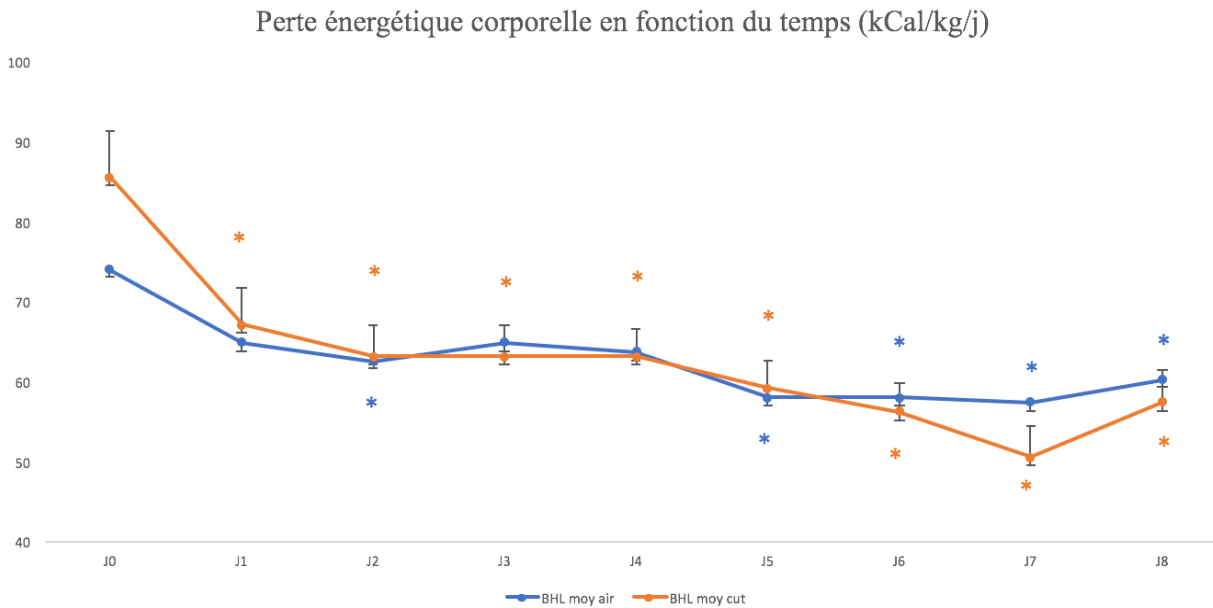
Figure 1



En ce qui concerne les pertes caloriques corporelles (BHL moy), BHL moy air était de $68,9 \pm 3,4$ kCal/kg/j avec une diminution significative des pertes caloriques corporelles pour les jours 2, 5, 6, 7 et 8 ($p < 0,05$) (tableau 1, figure 2). Le BHL moy cut était de $68,3 \pm 4,0$ kCal/kg/j avec une diminution significative tout au long de l'étude ($p < 0,05$). Lorsque nous avons comparé les BHL

moy dans les 2 modes de réchauffement, nous n'avons pas retrouvé de différence significative entre les 2 groupes (tableau 1, figure 2).

Figure 2



En analysant la part évaporatoire des pertes caloriques corporelles, nous notons que l'évaporation pour les couveuses en mode de régulation air et en mode de régulation cutanée étaient respectivement de $28,1 \pm 1,7$ et $30,4 \pm 1,7$ kCal/kg/j (tableau 1, figure 3). L'évaporation mesurée dans les 2 modes de réchauffement diminuait significativement au cours de l'étude ($p < 0,05$). En revanche, en comparant les 2 modes de réchauffement, nous avons constaté une différence significative concernant J5 et J8 avec une évaporation plus importante en mode de régulation cutanée par rapport au mode de régulation en air, cette même tendance était visible au cours de l'étude sans qu'il n'y ait de résultat significatif concernant les autres jours (tableau 1, figure 3).

Figure 3

Evolution de l'évaporation en fonction du temps (kCal/kg/j)

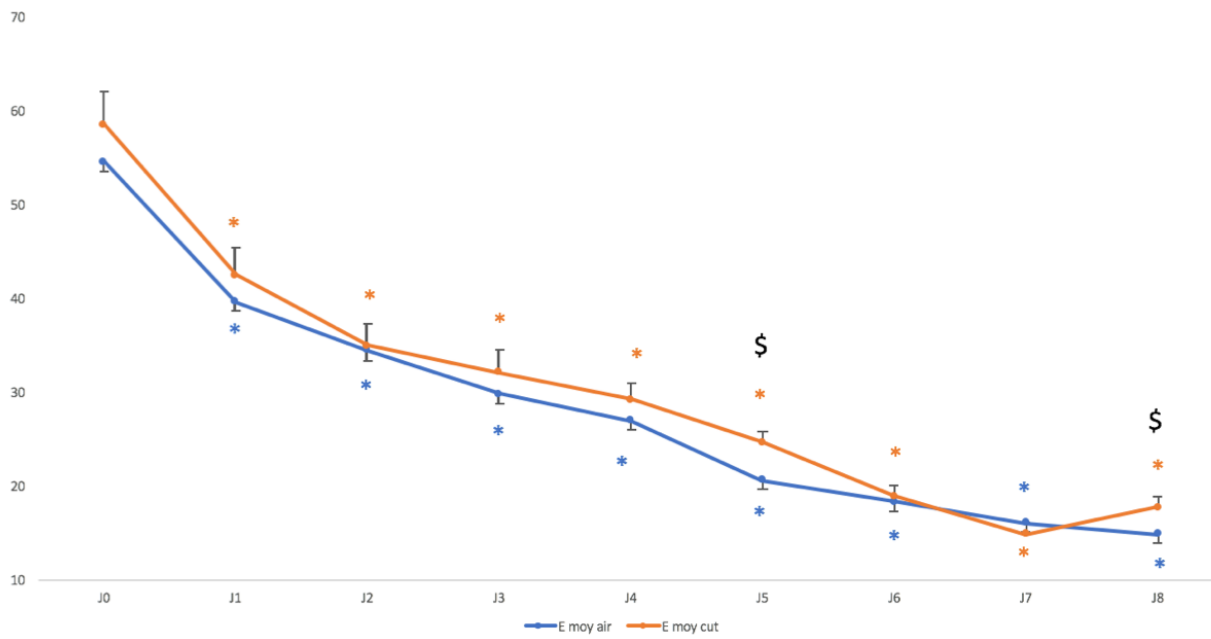


Tableau 1 :

Evolution de l'humidité relative (%), de la perte énergétique corporelle (kCal/kg/j) et des pertes évaporatoires (kCal/kg/j)

	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8
HR moy air	68,5±1,5	70,7±1,0	69,9±1,4	68,3±1,6	68,4±1,3	70±0,7	69±1,3	69,5±0,6	68,2±1,0
HR moy cut	68,9±1,4	71,3±1,3	71,7±1,4	70,4±1,6	68,5±1,6	68,7±1,4	71,1±1,4	71,4±1,2	70,6±1,3
BHL moy air	74,0±6,3	64,9±4,6	62,6±4,6 *	64,9±4,2	63,7±4,6	58,0±2,9 *	57,9±2,9 *	57,4±2,9 *	60,3±2,3 *
BHL moy cut	85,5±5,7	67,2±4,6 *	63,1±4,0 *	63,1±4,0 *	63,1±3,4 *	59,1±3,4 *	56,3±3,4 *	50,5±4,0 *	57,4±4,0 *
E moy air	54,5±5,23	39,6±1,7 *	34,4±2,3 *	29,8±1,7 *	27,0±1,7 *	20,7±1,1 *	18,4±1,1 *	16,1±0,6 *	14,9±0,6 *
E moy cut	58,5±3,4	42,5±2,9 *	35,0±2,3 *	32,1±2,3 *	29,3±1,7 *	24,7±1,1*\$	18,9±1,1 *	14,9±1,2 *	17,8±1,1*\$

HR moy air : humidité relative mesurée dans les couveuses réglées en air

HR moy cut : humidité relative mesurée dans les couveuses réglées en cutané

BHL moy air : perte énergétique corporelle mesurée dans les couveuses réglées en air

BHL moy cut : perte énergétique corporelle mesurée dans les couveuses réglées en cutané

E moy air : pertes évaporatoires mesurées dans les couveuses réglées en air

E moy cut : pertes évaporatoires mesurées dans les couveuses réglées en cutané

* : p<0,05 vs J0

\$: p<0,05 air vs cutané

Discussion

Nous avons remarqué au cours de cette étude que le mode de régulation du réchauffement des couveuses n'impactait pas les pertes en humidité. Ces résultats pouvaient s'expliquer par le fait que le mode de régulation n'impactait pas directement l'hygrométrie mais plutôt la température à l'intérieur des couveuses. En revanche, un précédent travail a permis de prouver que le type d'humidification des couveuses impactait directement l'humidité relative des couveuses et donc le métabolisme du prématuré [16,17,30].

Les pertes caloriques corporelles étaient toujours plus élevées le premier jour de vie ($79,8 \pm 6,0$ kCal/kg/j) et diminuaient durant le suivi ($p < 0,05$). En revanche, la comparaison entre les deux modes de régulation thermique des couveuses ne permettait pas de voir de différences significatives concernant les pertes caloriques corporelles en prenant en compte les pertes évaporatoires contrairement à ce qui a déjà été démontré concernant les pertes thermiques [15]. Ces pertes caloriques représentent près de 80% des apports quotidiens recommandés par les sociétés savantes [31].

Les pertes évaporatoires sont reliées à plusieurs facteurs tels que la vitesse de l'air à l'intérieur de l'incubateur et surtout la différence entre la pression partielle en vapeur d'eau entre l'enfant prématuré (reliée aux pertes hydriques transcutanées) et l'incubateur (dépendant de l'humidité relative et de la température de l'air dans l'incubateur) [11,15,18]. Nous avons constaté que les pertes évaporatoires diminuaient au cours du temps pour les deux populations ($p < 0,05$). L'évaporation était plus importante pour le groupe vivant dans une couveuse réglée en mode cutané. Une différence significative était retrouvée uniquement pour les 5^{ème} et 9^{ème} jours de vie avec des pertes évaporatoires plus importantes dans le groupe de régulation cutanée par rapport au groupe de régulation en air, respectivement $24,7 \pm 1,1$ vs $20,7 \pm 1,1$ à J5 et $17,8 \pm 1,1$ vs $14,9 \pm 0,6$ à J9 ($p < 0,05$).

Pour diminuer les pertes évaporatoires et aider à maintenir une température corporelle dans les limites fixées par l'OMS, le taux d'humidité relative dans les couveuses doit être élevé [28]. Cela diminue la différence de pression partielle en vapeur d'eau. L'impact de l'évaporation sur l'enfant prématuré diminuait au cours du temps car les pertes hydriques transcutanées diminuaient alors que la barrière cutanée de l'enfant prématuré se développait [12]. Cependant, maintenir des taux d'humidité relative élevés expose le nouveau-né prématuré à des risques de surinfection bactérienne et de retard de maturation cutanée [32–34].

Nous pouvons observer de nombreuses différences de pratique en fonction des services de néonatalogie concernant le management de l'humidité dans les couveuses, des recommandations afin d'avoir des pratiques communes seraient nécessaires [23].

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence un des aspects de l'impact de l'environnement sur le métabolisme du prématuré. Notre étude n'a pas permis de mettre en évidence un impact cliniquement significatif du mode de régulation thermique des couveuses sur les pertes hygrométriques. Des études complémentaires seraient nécessaires afin d'établir des recommandations permettant d'unifier les pratiques entre les différents centres de néonatalogie.

1. Blackfan KD, Yaglou CP, Wyman KM. THE PREMATURE INFANT: A STUDY OF THE EFFECTS OF ATMOSPHERIC CONDITIONS ON GROWTH AND ON DEVELOPMENT. *Am J Dis Child* [Internet]. 1933 Nov 1 [cited 2016 Sep 26];46(5_PART_II). Available from: <http://archpedi.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/archpedi.1933.01960060001001>
2. Silverman WA, Balnc WA. The effect of humidity on survival of newly born premature infants. *Pediatrics*. 1957 Sep;20(3):477–86.
3. Silverman WA, Fertig JW, Berger AP. The influence of the thermal environment upon the survival of newly born premature infants. *Pediatrics*. 1958 Nov;22(5):876–86.
4. Silverman WA, Agate FJ, Fertig JW. A sequential trial of the nonthermal effect of atmospheric humidity on survival of newborn infants of low birth weight. *Pediatrics*. 1963 May;31:719–24.
5. Wilson DR, Maibach HI. Transepidermal water loss in vivo. Premature and term infants. *Biol Neonate*. 1980;37(3–4):180–5.
6. Gaylord MS, Wright K, Lorch K, Lorch V, Walker E. Improved fluid management utilizing humidified incubators in extremely low birth weight infants. *J Perinatol Off J Calif Perinat Assoc*. 2001 Nov;21(7):438–43.
7. Kim SM, Lee EY, Chen J, Ringer SA. Improved care and growth outcomes by using hybrid humidified incubators in very preterm infants. *Pediatrics*. 2010 Jan;125(1):e137-145.
8. Hammarlund K, Sedin G. Transepidermal water loss in newborn infants. III. Relation to gestational age. *Acta Paediatr Scand*. 1979 Nov;68(6):795–801.
9. Hammarlund K, Sedin G. Transepidermal water loss in newborn infants. IV. Small for gestational age infants. *Acta Paediatr Scand*. 1980 May;69(3):377–83.
10. Hammarlund K, Sedin G, Strömberg B. Transepidermal water loss in newborn infants. VII. Relation to post-natal age in very pre-term and full-term appropriate for gestational age infants. *Acta Paediatr Scand*. 1982 May;71(3):369–74.
11. Hammarlund K, Sedin G, Strömberg B. Transepidermal water loss in newborn infants. VIII. Relation to gestational age and post-natal age in appropriate and small for gestational age infants. *Acta Paediatr Scand*. 1983 Sep;72(5):721–8.
12. Kalia YN, Nonato LB, Lund CH, Guy RH. Development of skin barrier function in premature infants. *J Invest Dermatol*. 1998 Aug;111(2):320–6.
13. Wada M, Kusuda S, Takahashi N, Nishida H. Fluid and electrolyte balance in extremely preterm infants <24 weeks of gestation in the first week of life. *Pediatr Int Off J Jpn Pediatr Soc*. 2008 Jun;50(3):331–6.
14. Riesenfeld T, Hammarlund K, Sedin G. Respiratory water loss in relation to gestational age in infants on their first day after birth. *Acta Paediatr Oslo Nor* 1992. 1995 Sep;84(9):1056–9.

15. Degorre C, Décima P, Dégrugilliers L, Ghyselen L, Bach V, Libert JP, et al. A mean body temperature of 37°C for incubated preterm infants is associated with lower energy costs in the first 11 days of life. *Acta Paediatr Oslo Nor* 1992. 2015 Jun;104(6):581–8.
16. Museux N, Cardot V, Bach V, Delanaud S, Degrugilliers L, Agourram B, et al. A reproducible means of assessing the metabolic heat status of preterm neonates. *Med Phys*. 2008 Jan;35(1):89–100.
17. Chessex P, Reichman BL, Verellen GJ, Putet G, Smith JM, Heim T, et al. Influence of postnatal age, energy intake, and weight gain on energy metabolism in the very low-birth-weight infant. *J Pediatr*. 1981 Nov;99(5):761–6.
18. Tourneux P, Libert J-P, Ghyselen L, Léké A, Delanaud S, Dégrugilliers L, et al. [Heat exchanges and thermoregulation in the neonate]. *Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr*. 2009 Jul;16(7):1057–62.
19. Telliez F, Bach V, Krim G, Libert JP. Consequences of a small decrease of air temperature from thermal equilibrium on thermoregulation in sleeping neonates. *Med Biol Eng Comput*. 1997 Sep;35(5):516–20.
20. Adams AK, Nelson RA, Bell EF, Egoavil CA. Use of infrared thermographic calorimetry to determine energy expenditure in preterm infants. *Am J Clin Nutr*. 2000 Apr;71(4):969–77.
21. Belghazi K, Tourneux P, Elabbassi EB, Ghyselen L, Delanaud S, Libert J-P. Effect of posture on the thermal efficiency of a plastic bag wrapping in neonate: assessment using a thermal “sweating” mannequin. *Med Phys*. 2006 Mar;33(3):637–44.
22. Deguines C, Décima P, Pelletier A, Dégrugilliers L, Ghyselen L, Tourneux P. Variations in incubator temperature and humidity management: a survey of current practice. *Acta Paediatr Oslo Nor* 1992. 2012 Mar;101(3):230–5.
23. Sinclair L, Crisp J, Sinn J. Variability in incubator humidity practices in the management of preterm infants. *J Paediatr Child Health*. 2009 Sep;45(9):535–40.
24. Martin Couney’s story revisited. The AAP Perinatal Section Ad Hoc Committee on Perinatal History. *Pediatrics*. 1997 Jul;100(1):159–60.
25. van der Spek RDG, van Lingen RA, van Zoeren-Grobbe D. Body temperature measurement in VLBW infants by continuous skin measurement is a good or even better alternative than continuous rectal measurement. *Acta Paediatr Oslo Nor* 1992. 2009 Feb;98(2):282–5.
26. Dollberg S, Rimón A, Atherton HD, Hoath SB. Continuous measurement of core body temperature in preterm infants. *Am J Perinatol*. 2000;17(5):257–64.
27. Knobel RB, Holditch-Davis D, Schwartz TA. Optimal body temperature in transitional extremely low birth weight infants using heart rate and temperature as indicators. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs JOGNN*. 2010 Feb;39(1):3–14.

28. World Health Organization. Maternal and Newborn Health/Safe Motherhood Unit. Thermal Protection of the Newborn: A Practical Guide [Internet]. Maternal and Newborn Health/Safe Motherhood Unit, Division of Reproductive Health (Technical Support), World Health Organization; 1997. (Practical guide). Available from: <https://books.google.fr/books?id=ycxTmgEACAAJ>
29. Helder OK, Mulder PGH, van Goudoever JB. Computer-generated versus nurse-determined strategy for incubator humidity and time to regain birthweight. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs JOGNN*. 2008 Jun;37(3):255–61.
30. Erbani R, Dégrugilliers L, Lahana A, Glusko-Charlet A, Haraux E, Durand E, et al. Failing to meet relative humidity targets for incubated neonates causes higher heat loss and metabolic costs in the first week of life. *Acta Paediatr Oslo Nor* 1992. 2017 Sep 7;
31. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R, Parenteral Nutrition Guidelines Working Group, et al. 1. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2005 Nov;41 Suppl 2:S1-87.
32. de Goffau MC, Bergman KA, de Vries HJ, Meessen NEL, Degener JE, van Dijk JM, et al. Cold Spots in Neonatal Incubators Are Hot Spots for Microbial Contamination. *Appl Environ Microbiol*. 2011 Dec 15;77(24):8568–72.
33. Kilbride HW, Wirtschafter DD, Powers RJ, Sheehan MB. Implementation of evidence-based potentially better practices to decrease nosocomial infections. *Pediatrics*. 2003 Apr;111(4 Pt 2):e519-533.
34. Agren J, Sjörs G, Sedin G. Ambient humidity influences the rate of skin barrier maturation in extremely preterm infants. *J Pediatr*. 2006 May;148(5):613–7.

Impact de la perte d'humidité dans les couveuses sur le métabolisme du prématuré selon le mode de régulation thermique.

INTRODUCTION

Le nouveau-né dépend de la température et du taux d'humidité de son environnement. Aucune étude n'évalue l'influence du mode de régulation thermique dans la perte hygrométrique des incubateurs et leurs conséquences sur le métabolisme du prématuré.

L'objectif de cette étude a été de mesurer l'impact du mode de réchauffement des couveuses sur l'hygrométrie puis de calculer les pertes énergétiques du prématuré qui en découlent.

MATERIEL ET METHODE

45 patients < 32SA ont été inclus après accord parental. L'humidité relative (HR), les températures de l'air et corporelle ont été enregistrées pour les 9 premiers jours de vie. Les données des couveuses régulées en mode air ont été comparées à celles régulées en mode cutané. Nous avons utilisé la méthode de calorimétrie analytique pour calculer les pertes caloriques corporelles (BHL) et les pertes évaporatoires (E).

RESULTATS

Il n'y avait pas de différence significative pour HR entre le mode air et le mode cutané ($69,2 \pm 1,2\%$ vs $70,3 \pm 1,4\%$). Nous remarquons une diminution significative du BHL au cours du temps dans les deux groupes ($p < 0,001$), la différence entre les modes n'était pas significative ($p = 0,65$). Nous constatons une diminution de E dans les deux groupes en fonction du temps ($p < 0,001$). Nous notons une différence significative entre les deux modes pour J5 et J8, E était plus important en mode cutané qu'en air.

DISCUSSION

Le mode de régulation thermique des couveuses n'impactait pas les HR tout comme le BHL. Par contre, un effet temporel était noté au cours des 9 premiers jours de vie.

CONCLUSION

L'analyse de BHL et E nous a incitée à revoir nos pratiques concernant le management de l'humidité dans les couveuses.

MOTS-CLES

Température corporelle ; environnement ; contrôle métabolique ; nouveau-né ; incubateurs

Impact of relative humidity loss on the thermometabolism of the preterm infant according to thermoregulation in incubators.

INTRODUCTION

Preterm infants are dependent on the temperature and the relative humidity rate of their environment. No formal studies have been conducted targeting the thermoregulation of incubators and their impact on energetic loss of preterm infants.

OBJECTIVES

The aim of this work was to assess the differences upon the heating methods of incubators regarding the hygrometric stability and to calculate the heat loss of preterm infants.

PATIENTS

We studied 45 preterm infants born before 32+0 weeks with parental consent.

METHODS

Their body, skin and air temperature and the incubator's relative humidity (HR) were continuously recorded from days 0-8 of life. Data collected in air temperature control (ATC) or skin servo controlled (SSC) were compared.

We used calorimetric analysis to calculate additional body heat loss (BHL) and evaporative heat loss (E).

RESULTS

Relative humidity in either ATC or SSC was not statistically different with $69,2 \pm 1,2\%$ of HR in air temperature control and $70,3 \pm 1,4\%$ of RH in skin servo controlled. We measured a significant loss of BHL over the study period in the two groups but no differences were found between them. We recorded a decrease of E for the two groups and a slight significant difference on D5 and D8 where E was more important in skin servo controlled than in air temperature control.

DISCUSSION

Incubator's thermal regulation methods did not influence hygrometric loss nor body heat loss.

CONCLUSION

Analyses of the body heat loss and evaporative heat loss posed numerous challenges, including humidity management of the incubators.

KEY WORDS

Body heat, environment, metabolic control, preterm infant, incubator