



Utilisation de paramètres physiologiques pour caractériser les porcelets nouveau-nés présentant un retard de croissance intra-utérin (RCIU)

Johana BELLON (1,2), Susanne ULBRICH (2), Catherine OLLAGNIER (1)

(1) Agroscope, unité de recherche porcine, 1725 Posieux, Suisse

(2) ETH Zürich, Animal Physiology, Institute of Agricultural Sciences, 8092 Zürich, Suisse

catherine.ollagnier@agroscope.admin.ch

Using physiological parameters to characterize intra-uterine growth restricted (IUGR) pigs

Intrauterine growth restriction (IUGR) is a significant issue in pigs that has long-term implications for their health, welfare, performance, and carcass market value. IUGR alters development of the semitendinosus muscle (STM) and may also influence the heart. Indeed, changes in heart anatomy have been reported in other mammalian species (e.g. sheep, rats), notably associated with distribution of more blood to priority organs (e.g. the brain). As an alternative to the STM, the heart (which has a low market value) is recommended as a new muscle to use to characterize IUGR. Two days after birth, 30 new-born Swiss Large White piglets were classified as "IUGR" or "normal" based on their head morphology, and then euthanized. Anatomical and physiological analyses of the heart and STM were performed. Compared to "normal" neonates, IUGR pigs had a larger relative aortic diameter ($P < 0.001$), relatively thicker aorta ($P < 0.05$) and larger left ventricular posterior wall ($P < 0.05$). In the STM, IUGR had lower relative mRNA expression levels of myosin heavy chain (MHC) IIa ($P = 0.01$) and IIx ($P = 0.01$) and fewer MHC II fibres ($P = 0.007$). The pigs' cardiac changes are consistent with those described in other mammals. Effects of IUGR on the heart need to be verified before it can be recommended as a viable alternative to the STM.

INTRODUCTION

Le retard de croissance intra-utérin (RCIU) est un défaut de développement du fœtus pendant la gestation, qui entraîne des conséquences à long terme sur la santé, le bien-être et les performances du porcelet, ainsi que la qualité de la carcasse. Avec l'hyperprolificité, certaines truies n'arrivent plus à fournir assez de nutriments et d'oxygène à tous leurs fœtus, qui ont alors un développement suboptimal, nommé RCIU (Barker *et al.*, 1989). Pour évaluer la physiologie musculaire et la qualité de la viande des porcelets RCIU, le semi-tendineux (STM), un muscle à haute valeur marchande situé dans le jambon, est souvent investigué pour mesurer la taille des fibres et la proportion de chaînes lourdes de la myosine (MHC) de type I et II. Comme alternative au STM, le cœur (faible valeur marchande) est proposé comme nouveau muscle pour caractériser les RCIU. En effet, des modifications cardiaques ont été rapportées chez d'autres espèces de mammifères (moutons et rats), notamment en relation avec une redirection du flux sanguin vers les organes prioritaires (par exemple le cerveau) (Xu *et al.*, 2006, Ge *et al.*, 2013).

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Animaux, identification du RCIU, prélèvement du cœur et du STM

Trente porcelets nouveau-nés Large White, femelles et mâles (1,45 kg \pm 0,55), issus de 17 portées ont été pesés à la naissance. Deux jours après, ils ont été classés entre « RCIU » (n=10) et « Normal » (n=20) selon la morphologie de leur tête (Amdi *et al.*, 2013). Les porcelets ont ensuite été euthanasiés par une surdose de pentobarbital par voie intracardiaque (permis bien être n°2020-30-FR). Le cœur et le STM ont été prélevés dans les 10 minutes après l'euthanasie.

1.2. Analyses physiologiques du cœur et du STM

Le cœur et notamment le ventricule gauche (VG) ont été vidés puis pesés. L'épaisseur de la paroi externe du VG (à mi-hauteur du ventricule) a été mesurée, ainsi que l'épaisseur et diamètre de l'aorte (à la base du cœur). Les valeurs mesurées ont ensuite été divisées par le poids du cœur, afin d'obtenir des valeurs normalisées. Dans le STM, la proportion d'ARNm des quatre isoformes de la MHC (MHC I, MHC IIa, MHC IIb, MHC IIx) a été évaluée par qPCR après retro transcription. Le nombre et la dimension des myofibres type I et type II ont été analysés au microscope après coloration ATPase, uniquement dans le STM.

1.3. Statistiques

Les résultats ont été analysés avec R (v 4.0.5). Tous les paramètres ont été analysés avec une ANOVA à deux facteurs avec la classification IUGR et le sexe des porcelets (et l'interaction des deux) comme facteurs fixes et la mère comme facteur aléatoire. La normalité des résidus, l'homoscédasticité et l'indépendance des variables a été vérifiée pour tous les modèles.

Si un facteur était significatif ($P < 0,05$), un test Tukey modifié pour la comparaison de moyennes était réalisé. La valeur P rapportée ici correspond à celle du test Tukey modifié. Les moyennes statistiques et l'erreur standard des moyennes (SEM) ont été calculées.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

A la naissance, les RCIU sont plus légers que les porcelets normaux ($P < 0,001$). Concernant le rapport du poids du cœur sur le poids de naissance, il existe une interaction entre le sexe et la classification IUGR : les femelles IUGR semblent avoir un cœur proportionnellement plus petit que les femelles normales, alors que c'est l'inverse chez les mâles (différence non significative). Cependant, le ratio du VG rapporté au poids du cœur n'est pas plus élevé chez les RCIU que pour les normaux ($0,46 \pm 0,015$). Pour un poids de cœur équivalent, les nouveau-nés RCIU ont une aorte plus large ($P < 0,001$) et plus épaisse ($P < 0,05$), et la paroi postérieure du VG est plus épaisse ($P < 0,05$) (Tableau 1).

Tableau 1 – Caractéristiques morpho-anatomiques des porcelets selon leur classification RCIU

	Normal	RCIU	SEM	P
Pds cœur	15,8	9,1	1,33	< 0,001
Pds naissance	1,73	0,97	0,137	< 0,001
Epaisseur VG / pds cœur	0,39	0,49	0,037	0,017
Epaisseur aorte / pds cœur	0,07	0,10	0,02	0,051
Diamètre aorte / pds cœur	0,56	0,68	0,066	0,002

VG = ventricule gauche, pds = poids, SEM = erreur standard des moyennes.

Concernant le STM, les RCIU avaient une plus faible expression relative de l'ARNm de la MHC IIa ($P = 0,01$) et IIx ($P = 0,01$) (Figure 1) et un plus faible nombre de fibres à MHC II ($P = 0,007$) que leurs pendants sains.

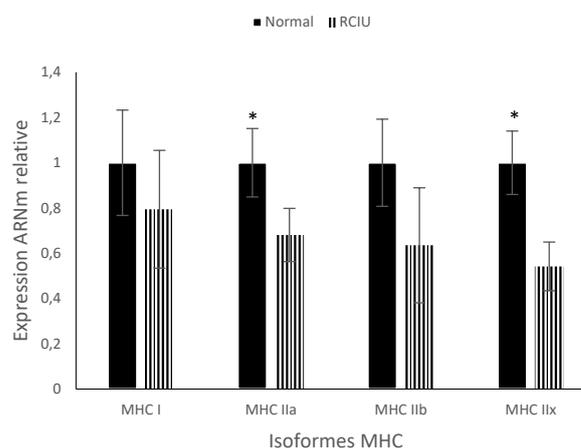


Figure 1 – Quantité relative d'ARNm des isoformes de MHC selon la classification RCIU (muscle semi-tendineux)

MHC = myosine heavy chain (chaîne lourde de la myosine)

Les RCIU sont plus légers à la naissance et ont un cœur moins lourd que leurs pendants sains. De plus, certaines disproportions cardiaques sont observées. Comme précédemment décrit dans les autres espèces de mammifères, l'hypertrophie du VG et les modifications de l'aorte (dilatation et épaississement des parois) sont compatibles avec un afflux plus important du sang vers le cerveau (Xu *et al.*, 2006, Ge *et al.*, 2013). Ainsi, l'approvisionnement du cerveau en nutriments et en oxygène est favorisé par rapport à d'autres organes, ce qui permet d'optimiser le développement de cet organe clef.

Concernant le STM, le nombre limité de type II (MHC IIa, MHC IIb, MHC IIx) chez les RCIU est certainement lié à une réduction du nombre de fibres musculaires secondaires, elle-même liée à une diminution de la taille des fibres primaires. Le nombre limité de fibres MHC II chez les RCIU pourrait affecter la qualité de la viande des porcs en finition.

CONCLUSION

En plus des modifications au niveau du STM, les RCIU subissent des modifications cardiaques qui permettent d'orienter plus de sang vers le cerveau. Il faudrait dorénavant vérifier la persistance de ces adaptations cardiaques chez le porc en finition.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amdi C., Krogh U., Flummer C., Oksbjerg N., Hansen C.F., Theil P.K., 2013. Intrauterine growth restricted piglets defined by their head shape ingest insufficient amounts of colostrum. *J Anim. Sci.*, 91, 5605–5613.
- Barker D.J., Winter P. D., Osmond C., Margetts B., Simmonds S.J., 1989. Weight in infancy and death from ischaemic heart disease. *Lancet*, 2, 577–580.
- Ge W., Hu N., George L.A., Ford S.P., Nathanielsz P.W., Wang X.M., Ren J., 2013. Maternal nutrient restriction predisposes ventricular remodeling in adult sheep offspring. *J. Nutr. Biochem.* 24, 1258–1265.
- Xu Y., Williams S.J., O'Brien D., Davidge S.T., 2006. Hypoxia or nutrient restriction during pregnancy in rats leads to progressive cardiac remodeling and impairs postischemic recovery in adult male offspring. *FASEB J.*, 20, 1251–1253.