EVOLUTIONS MORPHOLOGIQUE, BIOCHIMIQUE ET CONTRACTILE DU MUSCLE INTERCOSTALES EXTERNI DE PORCS NORMAUX ET SENSIBLES A L'HALOTHANE AU COURS DE LA CROISSANCE

KOZAK-REISS Geneviève, GASCARD J.P., MONIN G.*, LACOURT A.*, LACOURT Paulette*, TALMANT A.*, MEJENES-QUIJANO A.*

Département de Physiologie Humaine - CCML - Faculté de Médecine Paris-Sud - 92350 LE PLESSIS-ROBINSON - FRANCE *Station de Recherches sur la Viande - I.N.R.A. - THEIX - 63122 CEYRAT - FRANCE

INTRODUCTION

L'étude des mécanismes de la sensibilité à l'halothane chez le Porc présente un double intéret : ces de production porcine, puisque ce défaut génétique a des répercussions négatives sur les performan
de la production, entre autres une mortalité élevée et une dégradation des qualités technologiques en médiande (pour une revue, voir WEBB, 1981)

tigations relatives au syndrome d'hyperthermie maligne d'origine anesthésique.

La sensibilité à l'halothane évolue avec l'âge. Selon WEBB (1981), l'effet du gène de sensibilité des s'exprime pleinement qu'après l'âge de 8 semaines chez le Porc. De même, chez l'Homme, la fréquence fie dans d'hyperthermie maligne semble varier avec l'âge. Au cours de ce travail, nous avons étunée. C'est a réponse à un test électrophysiologique de diagnostic de la sensibilité à l'halothane se modimentation et ranche d'âge (environ 4 à 8 mois) dans laquelle cette sensibilité est pleinement exprinéamon, et il est intéressant de savoir si les résultats obtenus sur des porcs d'âge différent sont des comparables. En outre, nous avons voulu voir si la réponse au test électrophysiologique est caractères histochimiques ou biochimiques. liée à des caractères histochimiques ou biochimiques.

1 - Animaux et prélèvements ·

ont eta La sensibilité à l'halothane était éprouvée vers l'âge de 8 semaines selon la technique de DLLIVIER et al. (1978). A deux reprises, un prélèvement de l'alle semaines selon la technique de Huit porcs de race Piétrain, dont 4 non-sensibles à l'halothane et 4 sensibles, crite par OLLIVIER et al. (1978). A deux reprises, un prélèvement de muscle Intercostales externi était effectué sous anesthésie générale au Pentobarbital (Nembutal, Abbott). Ce muscle était choisi par qu'il permet d'obtenir aisément des faisceaux de fibres musculaires intères de muscle était choisi était qu'il permet d'obtenir aisément des faisceaux de fibres musculaires intères de muscle était choisi était et al. qu'il permet d'obtenir aisément des faisceaux de fibres musculaires intègres. La première biopsie était dit faite sur le côté gauche, la seconde sur le côté droit. Au poids d'environ 110 kg, les animaux étaice abattus par électronarcose et saignée, et des prélèvements du muscle Intercostales externi étaient de nouveau sur le côté gauche, aussitôt que possible après la mort des animaux. Les âges et poids des animaux aux moments des prélèvements sont décrits dans le tebles.

Animaux	Age	(jours) (da	ays)	Poids vif (Liveweight) (kg)			
	Biopsie 1 (Biopsy 1)	Biopsie 2 (Biopsy 2)	Abattage (Slaughter)	Biopsie 1 (Biopsy 1)	(Biopsy 2)	Abattage (Slaught	
Sensibles à l'halothane (Halothane-positive)	134 + 20	201 + 15	253 + 21	41 + 12	79 + 12	107 + 1	
Non-sensibles (Halothane-negative)	113 + 11	182 + 7	236 + 8	36 + 9	81 + 2	113 +.3	

Tableau 1 : Caractéristiques des animaux étudiés (Table 1 : Characteristics of the animals under study)

Chaque fois, 5 fragments de muscles contigus étaient obtenus, un pour les tests électrophy s, un pour les mesures histochimiques, et trois pour les détaut, un pour les tests électrophy siologiques, un pour les mesures histochimiques, et trois pour les déterminations biochimiques.

2'- Tests électrophysiologiques

Dès le prélèvement sur l'animal, un lambeau de muscle Intercostales externi était immédiaté en milieu physiologique (KREBS, pH 7,4) maintenu à 38°C et oxygéné par un mélange de 5 % CO2 - 95 % O2. Le lambeau était disséqué sous loupe binoculaire en deux faisceaux de fibres intégrés. On plaçait successivement dans la cuve expérimentale, le premier faisceaux en précence de caféine des On plaçait successivement dans la cuve expérimentale, le premier faisceau en présence de caféine des 4 mM) puis le second en présence de A 23187 (calcimycine, 2 et 4 ug/ml). Pendant toute la durée des

le muscle était stimulé électriquement à la fréquence de 0,1 Hz dans des conditions permettant ir la contraction maximale. La force développée par le muscle était stimulé électriquement à la fréquence de 0,1 Hz dans des conditions permettant valeur de 1.500 maximale. d'obtenir la contraction maximale. La force développée par le muscle était enregistrée et rapportée d'a la valeur de la force maximale produite lors d'un tétanos isométrique (fréquence de stimulation de la force maximale produite lors d'un tétanos isométrique (fréquence de stimulation la la valeur plus de détails sur le montage expérimental et le dispositif de mesure, voir REISS et al., 1985.

3 - Mesures histochimiques

Les types des fibres musculaires étaient déterminés par la révélation des activités shydrogénase, glycérophosphate déshydrogénase et ATPaco (cara la révélation des activités staient classifiés Les types des fibres musculaires étaient déterminés par la révélation des activités, succinate déshydrogénase, glycérophosphate déshydrogénase et ATPase (après pré-incubation à pH 10,5). Les fibres étaient classifiées en lentes-oxydatives, rapides-oxydatives-glycolytiques et rapides colytiques.

4 - Dosages biochimiques

Deux des fragments musculaires étaient immédiatement congelés grâce à une pince refroidie la ure de l'azote liquide, puis conservés dans l'azote liquide dus l'azote à une pince refroidie la la métabolites et d'activités dans l'azote liquide dus l'azote à l'activités de l'activités de l'azote liquide dus l'azote liquides de l'activités de l'activités de l'activités de l'activités de l'azote liquides de l'azote l'azote liquides de l'azote l'azo Deux des fragments musculaires étaient immédiatement congelés grâce à une pince refroille la température de l'azote liquide, puis conservés dans l'azote liquide jusqu'à leur utilisation pour le détermination de métabolites et d'activités enzymatiques. Pour le dosage des métabolites, l'échantique était extrait par 5 volumes d'HClO₄ 0,6 N, l'homogénéisation étant faite en présence d'azote homogénéisation étant faite en présence d'azote phosphore le glycogène était déterminé par la méthode de GIRE (1976), l'adénosine triphosphate (ATP), a phosmé créatine (PC), le glucose, le glucose-6-phosphate, l'acide lactique (AL) et la créatine (C) par homis thodes décrites par BERGMEYER (1970). Le potentiel glycolytique était exprimé comme indiqué par MONIN SELLIER (1985) par la formule suivante :

L'échantillon destiné à la détermination des activités enzymatiques était traité co^{mme} in (CPK) ABORDE et al. (1985). Les activités pyruvate kinase (PK) et activités enzymatiques était traité comme in character de la comme de la com L'ecnantillon destiné à la détermination des activités enzymatiques était traité comme diqué par LABORDE et al. (1985). Les activités pyruvate kinase (PK) et créatine phosphokinase staient déterminées selon les techniques décrites par BERGMEYER (1970). L'activité citrate syntilon (CS) était mesurée selon SRERE (1969). Les myofibrilles étaient préparées à partir d'un échant carred decrit par LABORDE et al. (1985), et l'activité ATPasique dosée par pH stat en présence de Mg++.

Tous les résultats sont exprimés par g de protéines ; celles-ci étaient dosées par les horman de la première centrifugation dans le cas des métabolites et mogénats dans le cas des activités enzymatiques.

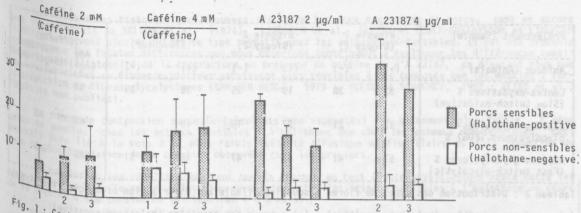


Fig. 1: Contractures développées en présence de caféine et d'A 23187, indiquées par la moyenne et l'écart-type (Contractures developed in presence of caffeine and A 23187, indicated by mean and catalogy (Contractures developed in presence of caffeine and A 23187, indicated by mean and catalogy (Contractures developed in presence of caffeine and A 23187, indicated by mean and catalogy (Contractures developed in presence of caffeine and A 23187, indicated by mean and catalogy (Contractures developed in presence of caffeine and A 23187, indicated by mean and catalogy (Contractures developed in presence of caffeine and A 23187, indicated by mean and catalogy (Contractures developed in presence of caffeine and A 23187).

and standard deviation).

La force do posie (Biopsy 1); 2 - 2e biopsie (Biopsy 2); 3 - Abattage (Slaughter)

La force do posie (Biopsy 1); 2 - 2e biopsie (Biopsy 2); 3 - Abattage (Slaughter) la force de contracture est exprimée en pourcentage de la force développée lors d'un tétanos isométrique tetanus)

1êre biopsie (Biopsy 1) ; 2 - 2e biopsie (Biopsy 2) ; 3 - Abattage (Slaughter) (Contracture de contracture est exprimée en pourcentage de la force développée lors d'un tétanos isométrique tetanus)

1êre biopsie (Biopsy 1) ; 2 - 2e biopsie (Biopsy 2) ; 3 - Abattage (Slaughter) (Contracture de veloppée lors d'un tétanos isométrique tetanus)

RESULTATS

pée en présence de caféine ou d'A 23187 est beaucoup plus forte (P< 0,001) chez les animaux sensibles tracture dans le cas de la cáféine bien que l'on observe une tendance à l'augmentation avec l'âge chez que chez les non-sensibles. Il n'y a pas d'influence significative de l'âge sur l'intensite de la contracture dans le cas de la céféine, bien que l'on observe une tendance à l'augmentation avec l'âge chez tuent avec l'âge chez buent avec l'âge. Dans le cas de l'A 23187, la contracture diminue avec l'âge des animaux (P < 0,001).

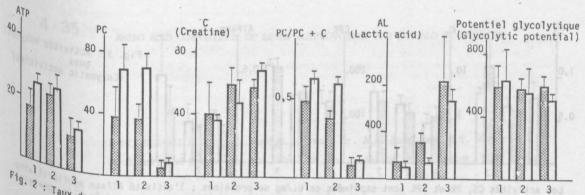


Fig. 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 Proteines (Levels of metabolites and glycolytic potential; all values are pressed in µmol/g Of Protein).

Les notations sont les mêmes que dans la figure l (Notations are the same as in figure l)

tine) Les taux d'ATP et de phosphocréatine et le rapport PC/PC + C (taux de phosphorylation de la créa-augmente significativement (P<0,05) (fig. 2). On constate un net changement du taux de ces métabolites des animation significative, alors que le taux d'acide lactique ne subit au-négativement. La sensibilité à l'halothane affecte positivement le taux d'acide lactique (P<0,01) et les taux d'ATP (P<0,05), de PC (P<0,001) et le rapport PC/PC + C (P<0,001).

que les résultats relatifs aux mesures histochimiques sont rapportés dans le tableau 2. On remarque fibres muscles des animaux sensibles \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve lentes des animaux sensibles \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve lentes des animaux sensibles \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve lentes des animaux sensibles \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve lentes des animaux sensibles \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve l'entes \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve l'entes \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve l'entes \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve l'entes \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve l'entes \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve l'entes \tilde{a} l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve l'entes \tilde{a} l'halothane sont significative \tilde{a} l'halothane sont significative The less resultats relatifs aux mesures histochimiques sunt rapportant fibres muscles des animaux sensibles à l'halothane sont significativement moins riches (P < 0,05) en serve àlocune différence entre les deux catégories de porcs. L'âge n'influence pas la répartition des serve aucune différence entre les deux catégories de porcs.

			A	5.51.6.30192	0.4		
Biopsie 1 (Biopsy 1)		Biopsie 2 (Biopsy 2)		Abattage (Slaughter)		Effets (Effects) Age Réaction	
(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(Age) (React	(Reaction)
33	38	19	35	35	39	NS	*
17	21	27	18	18	9	NS	NS
51	41	61	47	48	51	NS	NS
	(Biop (+) 33	(Biopsy 1) (+) (-) 33 38 17 21	(Biopsy 1) (Biop (+) (-) (+) 33 38 19 17 21 27	(Biopsy 1) (Biopsy 2) (+) (-) (+) (-) 33 38 19 35 17 21 27 18	(Biopsy 1) (Biopsy 2) (Slaug (+) (-) (+) (-) (+) 33 38 19 35 35 17 21 27 18 18	(Biopsy 1) (Biopsy 2) (Slaughter) (+) (-) (+) (-) (+) (-) 33 38 19 35 35 39 17 21 27 18 18 9	(Biopsy 1) (Biopsy 2) (Slaughter) (E-Age (Age)) 33 38 19 35 35 39 NS 17 21 27 18 18 9 NS

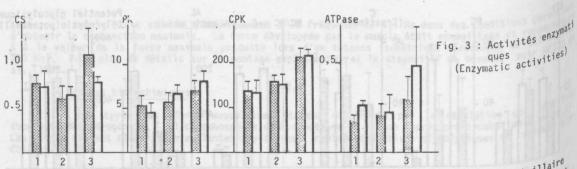
Tableau 2 : Distribution des types de fibres musculaires (Table 2 : Distribution of muscle fiber types)

(+) : animaux sensibles (halothane-positive) ; (-) animaux non-sensibles (halothane-negative) NS : Non significatif (non significant) * P < 0.05 FOG : Fast twitch-oxidative g^{1yco} FOG : Fast twitch-oxidative glycolytic NS : Non significatif (non significant)

Les activités enzymatiques mesurées augmentent de façon nette avec l'âge des animaux (P < 0,01 a P < 0,001) (fig. 3). Cette évolution se fait en deux phases pour la citrate-synthase, la créar tine-phosphokinase et l'ATPase myofibrillaire, dont les activités n'augmentent significativement qu'inc tre la seconde biopsie et l'abattage : par contre l'activité nyavesta biocs de l'activité nyaves tre la seconde biopsie et l'abattage ; par contre, l'activités n'augmentent significativement que tre la seconde biopsie et l'abattage ; par contre, l'activité pyruvate-kinase croît de façon linéaire du premier au troisième prélèvement. La sensibilité à l'halothane ne modifie que l'activité ATPasique myofibrillaire, plus faible (P<0,01) chez les animaux sensibles à l'halothane

DISCUSSION

L'effondrement des taux d'ATP et de PC, comme l'augmentation brutale du taux d'acide lactique es second et troisième prélèvements tre les second et troisième prélèvements, résulte sans doute de l'effet de l'abattage, bien connuigé puis les travaux de SAIR et al. (1970). Il est particulièrement intéressant de constater que, ces modifications défavorables au bon fonctionnement de l'apparail constater que, tests ces modifications défavorables au bon fonctionnement de l'appareil contractile, les résultats des fectrophysiologiques sont aussi nets sur les prélèvements effectués post mortem que sur ceux obtenus par biopsie. Il est probable que le tissu musculaire prélèvé appar about sur le miliéu par biopsie. Il est probable que le tissu musculaire prélevé après abattage "récupère" dans le mille



Les activités CS, PK et CPK sont exprimées en UI/mg de protéines ; l'activité ATPase myofibrillaire est exprimée en µey KOH/min/mg protéines (CS. PK and CPK activities activitées arouteines) est exprimée en µeq KOH/min/mg protéines (CS, PK and CPK activitées are expressed in UI/mg protéin; myofibrillar ATPase activity is expressed in µeq KOH/min/mg protein)

Les notations sont les mêmes que dans la figure l (notations are the same as in figure 1)

survie pendant la période de dissection et de préparation pour le test. Quoi qu'il en soit, ces résultats montrent que la méthode peut être utilisée efficacement sur des échantillons recueillis diatement post mortem.

Il existe, à notre connaissance, très peu de résultats relatifs à l'évolution avec l'âge des tilles des le la light des la pes métaboliques musculaires chez le Porc, que ces types soient appréciés par des méthodes histochimiques ou biochimiques. De plus, aucun des résultats rapportés à ce sujet dans la littérature disponible r'a trait aux muscles Intercostales externi; or COOPER et al. (1971) par des techniques biochimiques comme SUZUKI et CASSENS (1980) par des techniques histochimiques, ont montré que la différenciation tabolique varie largement d'un muscle à des la différenciation. comme SUZUKI et CASSENS (1980) par des techniques histochimiques, ont montré que la différenciation tabolique varie largement d'un muscle à l'autre. COOPER et al. (1971) ont observé entre 8 et 24 res d'âge :

1 - une diminution de l'activité glutamate-oxalacétate transaminase (marqueur du métabolisme oxydation de qui correspond à notre observation d'une baisse de l'activité cituate contraction de la correspond de la correspond à notre observation d'une baisse de l'activité cituate contraction de la correspond de la du minution de l'activité glutamate-oxalacétate transaminase (marqueur du métabolisme oxydatii);

ce qui correspond à notre observation d'une baisse de l'activité citrate-synthase entre 4 et arqueur

che qui correspond à notre observation d'une baisse de l'activité citrate-synthase entre 4 et arqueur

du métabolisme glycolytique anaérobie) que l'on peut rapprocher de l'aucmontation de l'activité py

ruvate kinase trouvée ici du métabolisme glycolytique anaérobie) que l'on peut rapprocher de l'augmentation de l'activité déshydrogénase lactique qua ruvate kinase trouvée ici.

avec les différences histochimiques trouvees ici entre les deux categories de porcs, sont en accord les résultats de NELSON et al. (1974), LINDHOLM et al. (1979) et ESSEN-GUSTAVSSON et LINDHOLM cepen) qui trouvent plus de fibres de type oxydatif chez les animaux non-sensibles. Il est peu probable cependant trouvent plus de fibres considerates considerates considerates expliquer les différences expliquer les différences considerates expliquer les différences expliquer les différence cependant que les faibles différences que nous observons contribuent à expliquer les différences considerables de faibles différences que nous observons de caféine ou d'A 23187, ce d'autant plus que dérables dans l'intensité de la contracture en présence de caféine ou d'A 23187, ce d'autant plus que les muscles riches en fibres oxydatives paraissent plus sensibles à ces composés que les muscles à forrésultation de fibres glycolytiques (VAN DEN HENLE, 1979; NELSON & SCHOCHET, 1982; REISS et al., résultats non publiés).

Poids de muscle, chez les animaux sensibles à l'halothane que chez les animaux non-sensibles. Ceci taux de proportion de les animaux de proportion de la plus faible activité ATPasique myofibrillaire et à la réduction du taux de phosphorylation de la créatine observées chez les premiers.

En conclusion nos résultats montrent que la réponse au test électrophysiologique reste nette (et de la translature dans le cas d'utilisation de caféine) chez les animaux sensibles à l'halothane au cours de la tranche d'âge considérée ici (environ 4 à 8 mois).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERGMEYER H.U., 1974. Methods of enzymutic analysis, Academic Press, New York, 774.

COOPER C.C., CASSENS R.G., KASTENSCHMIDT L.L., BRISKEY E.J., 1971. Pediat. Res., 5, 281.

GIRE PUSTAVSSON B., LINDHOLM A., 1984. Comp. Biochem. Physiol, 78A, 67.

LABORDE D., TALMANT A., MONIN G., 1985. Reprod. Nut. Dev. (in press).

HONIN G., SELLIER P., 1985. Meet Sci., 13, 49.

MELSON T.E., JONES E.W., HENRICKSON R.L., PARK S.A., KERR D.D., 1974. Am. J. Vet. Res., 35, 347.

GLITTER, SCHOCHET S.S., 1982. Can. Anesth. Soc. J., 29, 163.

MELSON T.E., SCHLIER P., MONIN G., 1978. Ann. Genét. Sél. anim., 10, 191.

SAIR R.A., MONIN G., LAUER C., 1985. Can. J. Physiol. Pharmacol. (in press).

SAIR R.A., LISTER D., MOODY W.G., CASSENS R.G., HOEKSTRA W.G., BRISKEY E.J., 1970. Am. J. Physiol.,

DIETRIC P., 1989. Methods in enzymology, Academic Press, New York, 13, 3.

VAIL DEN HENDE C., 1979. Acta Agric. Scand., suppl. 21, 339.

WEBB A.J., 1981. In Porcine stress and meat quality. Ed. Agr. Food Res. Sci., AS, Norvège, 109.