

B/12

XIXe REUNION EUROPEENNE DES CHERCHEURS EN VIANDE
XIXth EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH WORKERS

PARIS - 2-7 Septembre 1973

AU SUJET D'UNE EPREUVE DE TOLERANCE AU SACCHAROSE
CHEZ DES PORCS PIETRAIN ET LARGE WHITE

G. MONIN^{*} et M. HENRY^{**}

^{*} Station de Recherches sur la Viande INRA THEIX 63110 BEAUMONT

^{**} Laboratoire Central des Ets OLIDA-CABY - 114, Rue Baudin
92300 LEVALLOIS-PERRET

RESUME

Sur la base d'épreuves d'hyperglycémie, provoquée par voie orale, chez des porcs n'ayant pas le même rapport adipo-musculaire (Piétrain et Large White) et présentant des vitesses de glycolyse musculaire (évaluées une heure post mortem) différentes, on formule l'hypothèse qu'une lipidogénèse accrue à partir du glucose circulant, va de pair avec une réduction de la glycolyse musculaire.

INTRODUCTION

L'évolution du pH musculaire post mortem chez les porcs a fait l'objet de nombreuses études et il est bien connu qu'une chute rapide et importante du pH est caractéristique des viandes P.S.E. (pale, soft, exudative), ce qui est fréquemment le cas dans la race Piétrain à laquelle nous avons opposé la race Large White. La différence d'activité des enzymes de la glycolyse nous a incité à étudier la tolérance aux glucides de ces deux races. En effet, d'une part, les porcs Piétrain

..//..

ont un rapport adipo-musculaire plus faible que les Large White et d'autre part, de nombreux travaux ont démontré le rôle capital joué par l'utilisation des glucides pour la lipogénèse dans la constitution de l'obésité humaine ou animale. Nous avons donc effectué, chez ces deux races, des épreuves d'hyperglycémie provoquée à l'aide de saccharose, la prise orale de glucose par les porcs se révélant à l'expérience très irrégulière.

I. MATERIEL ET METHODES

Le matériel animal utilisé au cours de cette étude comprenait 5 porcs de race Piétrain pesant 90 à 100 kg et 4 porcs de race Large White de 100 à 105 kg.

Durant toute la période expérimentale, les animaux étaient nourris et abreuvés *ad libitum* (aliment comprenant 15 % de matières protéiques brutes et 8 % de matières minérales).

Les animaux étaient munis d'un ou deux catheters, placés dans la veine cave et remplis d'une solution de NaCl (9 ‰) héparinée. Les catheters étaient posés sous anesthésie générale (thiopenthal et pentobarbital sodiques).

Aussitôt après l'opération, les animaux étaient placés dans des cages individuelles et recevaient quotidiennement 30 mg d'un composé anti-coagulant dicoumarinique (ADOISINE - Laboratoires DELALANDE). Après 3 à 4 jours de récupération, la distribution d'aliment était suspendue 24 heures avant le début des mesures.

- Epreuve d'hyperglycémie provoquée :

Après injection de 10 000 UI d'héparine, le catheter était relié à un autoanalyseur Technicon, et le glucose sanguin déterminé par la technique à la glucose oxydase - orthodiansidine (HUGUET et NIXON, 1957) après dialyse à 38° contre une solution de NaCl 9 ‰. Après environ 30 minutes, les porcs recevaient 400 g de saccharose sous forme solide. Le dosage de la glycémie était alors poursuivi pendant environ 2 heures. Durant toute la durée de l'épreuve, les animaux avaient la faculté de s'abreuver à volonté.

.../...

- Détermination de la natrémie et de la kaliémie :

Simultanément à l'épreuve d'hyperglycémie, lorsque les porcs étaient munis de deux catheters, ou dans le cas contraire au cours d'une nouvelle épreuve répétée 3 jours plus tard, des prélèvements de sang étaient effectués à intervalles réguliers. Après centrifugation et dilution appropriée du plasma dans de l'eau bidistillée, le Na^+ et le K^+ étaient dosés au photomètre de flamme.

- Evaluation de certaines caractéristiques de qualité de la viande :

4 à 5 jours après la dernière épreuve d'hyperglycémie provoquée, les porcs étaient abattus sous électroanesthésie. Par la suite, les mesures suivantes étaient effectuées :

- pH atteint une heure post mortem dans le muscle Longissimus dorsi (mesure sur un broyat de 2 g de muscle dans l'iodoacétate 0,005 M).
- 24 heures après l'abattage, détermination du pH, du pouvoir de rétention d'eau (GOUTEFONGEA, 1966), de la coloration (réflectomètre de CHARPENTIER-VERGE, CHARPENTIER, 1967) et de l'état de dénaturation des protéines sarcoplasmiques (HART, 1962).

II. EXPOSE DES RESULTATS

a) Evolution de la glycémie

Sur un plan général, on sait que l'absorption buccale de glucides provoque une élévation progressive de la glycémie veineuse. Divers facteurs l'influencent : nature, quantité et dilution des glucides ingérés, modalités de la digestion et coefficient d'absorption des oses, importance de la glycopexie hépatique et musculaire.

Dans le cadre de l'expérience, l'ingestion de 400 g. de saccharose à l'état sec par des porcs de 90 à 105 kg à jeun depuis 24 h, entraîne dans les 10 minutes qui suivent une élévation du taux de glucose dans le sang veineux, qui se poursuit durant 10 autres minutes suivant une courbe rectiligne (voir "GRAPHIQUE"). La pente (p) de cette droite :

.../...

$\frac{\Delta \text{glycémie}}{\Delta \text{temps}}$, exprimé en mg/min/l de glucose est de :

$$\frac{900 - 770}{10} = 13 \text{ pour les Piétrain}$$

et de $\frac{1\ 030 - 770}{10} = 26$ pour les Large White.

A titre de comparaison, chez l'Homme (MIROUZE et BERNARD 1967) $p = 17,25 \pm 5,66$ chez les sujets normaux et $25,40 \pm 15,70$ chez les sujets diabétiques non traités.

A partir du point d'inflexion, l'assimilation cellulaire du glucose l'emporte en quelques minutes sur le processus d'absorption intestinale. La vitesse d'ascension de la glycémie et la flèche hyperglycémique, sont fonction de l'intensité de la glycopexie hépatique et musculaire, elle-même liée au taux d'insuline "efficace" (Voir plus loin), le glucose circulant, étant connu pour être le facteur essentiel déclenchant la sécrétion d'insuline par le pancréas endocrine. Or, sous réserve que l'absorption digestive ne soit pas en cause, l'examen des courbes glycémiques montre que tout se passe comme si la glycopexie sus-visée était plus active chez les porcs Piétrain que les porcs Large White. Une telle différence entre les deux races peut être rapprochée des résultats obtenus par M. ETIENNE et col. (1961 a, 1961 b, 1961 c) chez des enfants obèses comparativement à des enfants normaux. Ces auteurs interprètent cette différence dans les courbes d'hyperglycémie provoquée, comme une entrave à la consommation musculaire du glucose chez les enfants obèses, la lipidogénèse (à partir du glucose circulant) étant un processus d'utilisation du glucose sanguin beaucoup plus lent que la consommation de glucose par les muscles. Or il est frappant de constater que les enzymes de la glycolyse musculaire étaient beaucoup plus actives chez les porcs Piétrain que chez les Large-White, puisque les pH moyens une heure post mortem étaient respectivement de 5,68 et 6,70, ce qui se traduit par une moins bonne qualité technologique de la viande de Piétrain par rapport à celle de Large White (voir "TABLEAU").

b) Evolution de la kaliémie et de la natrémie

Dès l'ingestion de saccharose par les porcs, la kaliémie chute modérément mais très régulièrement pour remonter ensuite sensiblement chez les porcs Piétrain lorsque s'amorce la chute de la glycémie.

..../..

Les relations entre les variations de la glycémie, de l'insulinémie et de la kaliémie sont bien connues (LAMOTTE et col. 1966). L'insuline provoque une hypokaliémie par transfert intracellulaire des ions potassium des liquides extra-cellulaires. Au contraire, une hyperkaliémie est fréquemment observée au cours de l'acidose lactique métabolique des états de choc, consécutivement à la glycolyse anaérobie dans les muscles et les hématies (HAYAT et col. 1973 a, 1973 b).

En ce qui concerne l'évolution de la natrémie, aucune remarque particulière n'est à faire.

III. DISCUSSION ET CONCLUSION

On sait que les rapports entre la glyco-régulation (étudiée au moyen d'épreuves d'hyperglycémies orales ou veineuses) et l'obésité humaine ou des animaux de laboratoire, ont fait et font encore l'objet de nombreuses études. Il est également bien connu que ce sont le glucose et les acides gras non estérifiés (N.E.F.A. = non esterified fatty acids) plasmatiques, qui fournissent l'énergie dont les organismes animaux ont besoin. Or l'énergie en réserve sous forme glucidique (glycogène hépatique et musculaire) est quantitativement insignifiante par rapport à celle en réserve dans les dépôts adipeux. De plus, les porcs d'élevage ont peu d'activité locomotrice et de faibles besoins énergétiques pour assurer leur thermorégulation (ils sont rarement exposés au froid et également "calorifugés" par leur pannicule adipeux). Il en résulte que la conversion du glucose circulant en triglycérides peut représenter une part importante de la destinée des glucides alimentaires et on sait que cette conversion s'opère essentiellement dans le tissu adipeux lui-même. Inversement, la libération des N.E.F.A. à partir des triglycérides des réserves adipeuses, représente la principale source d'énergie en périodes interprandiales.

La relation entre le développement du tissu adipeux (principale réserve d'énergie) et celui de la musculature (principale utilisatrice de cette énergie) varie avec les espèces animales. En particulier chez les homéothermes, le foie n'a plus la fonction glycéridopexique qui existe encore chez les pécilothèrmes et celle-ci est, dès lors, assurée exclusivement par le tissu adipeux. C'est pourquoi les développements respectifs de ce tissu et du tissu musculaire se font généralement en raison inverse l'un de l'autre. D'où la notion de "rapport adipo-musculaire" (R.A.M.) notamment bien étudié chez l'Homme par J. VAGUE et col. (1968) et qui obéit, chez un sujet donné, à une loi simple (J. VAGUE 1973). D'après cet auteur, les facteurs, par exemple hormonaux, qui favorisent la croissance musculaire, réduisent simultanément la masse adipeuse et inversement. Exemples : la testostérone développe les muscles et réduit la graisse (d'où diminution du R.A.M.),

..//..

inversement le cortisol développe la graisse et réduit les muscles (d'où augmentation du R.A.M.).

Les courbes d'hyperglycémie provoquée que nous avons enregistrées (voir graphique), montrent l'extraordinaire vitesse de digestion du saccharose, d'absorption intestinale du glucose et d'utilisation du glucose veineux chez les deux races étudiées. A titre de comparaison, mentionnons que des courbes analogues ont été obtenues chez des enfants lors de l'administration de glucose, mais cette fois par voie veineuse (ETIENNE et col. 1961 a).

Nos résultats suggèrent également une relation entre : R.A.M. \leftrightarrow Activité glycolytique de la musculature \leftrightarrow Evolution de la glycémie après administration de glucides facilement assimilables. En effet le Piétrain :

- présente un R.A.M. plus faible que le Large White,
- présente une meilleure tolérance à une charge en saccharose que le Large White,
- a des muscles qui sont le siège d'une chute de pH post mortem plus rapide que celle qui se produit dans les muscles du Large White (ce qui témoigne, vraisemblablement, d'une plus grande activité glycolytique également in vivo).

Ces résultats nous incitent donc à approfondir l'importance relative des deux voies d'utilisation du glucose circulant : glycolyse musculaire et synthèse des triglycérides dans le cadre de la compétition métabolique entre le muscle et l'adipocyte. Dans ce but, nous pensons utiliser, notamment, des lignées de porcs présentant des R.A.M. différents à l'intérieur d'une même race, en nous inspirant des travaux que ETIENNE et col. (1961 a, 1961 b, 1961 c) ont effectués chez des enfants normaux et obèses.

En ce qui concerne le domaine des incidences hormonales sur le R.A.M., on sait que d'autres hormones que celles déjà mentionnées ci-dessus (testostérone et cortisol), jouent un rôle important sur les mécanismes régulateurs de la protidosynthèse-protidolyse et de la lipidosynthèse-lipolyse, par conséquent sur la captation des nutriments par le muscle et l'adipocyte. C'est en particulier le cas de l'insuline et de l'hormone de croissance (G.H. = growth hormone). Ainsi, MACHLIN (1972) a démontré le rôle spectaculaire de la G.H. porcine sur la composition des carcasses (diminution du R.A.M.). Quant au rôle de l'hyperinsulinisme dans la genèse de l'obésité humaine, il apparaît chaque jour plus important (APFELBAUM et BEGON 1973). Or J. VAGUE (1968) a attiré l'attention sur le fait que l'insulinémie est toujours élevée lorsque les épreuves d'hyperglycémie sont pathologiques. C'est ce qu'on
.../...

constate, en particulier, dans certaines formes d'obésité humaine où tout se passe comme si la membrane des cellules musculaires était moins réceptive à l'action de l'insuline (ou celle-ci moins "efficace") que la membrane des adipocytes. On conçoit, dès lors, que la compétition métabolique entre le muscle et l'adipocyte et les mécanismes neuro-hormono-enzymatiques (certains connus, d'autres ignorés) de cette compétition, soient à la base du R.A.M.. Ces données nous incitent donc à prévoir le dosage de l'insulinémie dans nos futures expériences.

TABLEAU
RESULTATS QUALITE VIANDE

| | PIETRAIN | LARGE WHITE |
|----------------------------------|----------|-------------|
| pH 1 heure p.m. | 5,68 | 6,70 |
| pH 24 heures p.m. | | |
| Longissimus dorsi (LD) | 5,49 | 5,55 |
| Biceps femoris (BF) | 5,60 | 5,65 |
| % eau exprimée (GOUTEFONGEA) | | |
| LD | 25,4 | 24,2 |
| BF | 25,3 | 23,6 |
| Valeur de transmission (HART) | | |
| LD | 82,6 | 67,5 |
| BF | 83,3 | 69 |

GRAPHIQUE

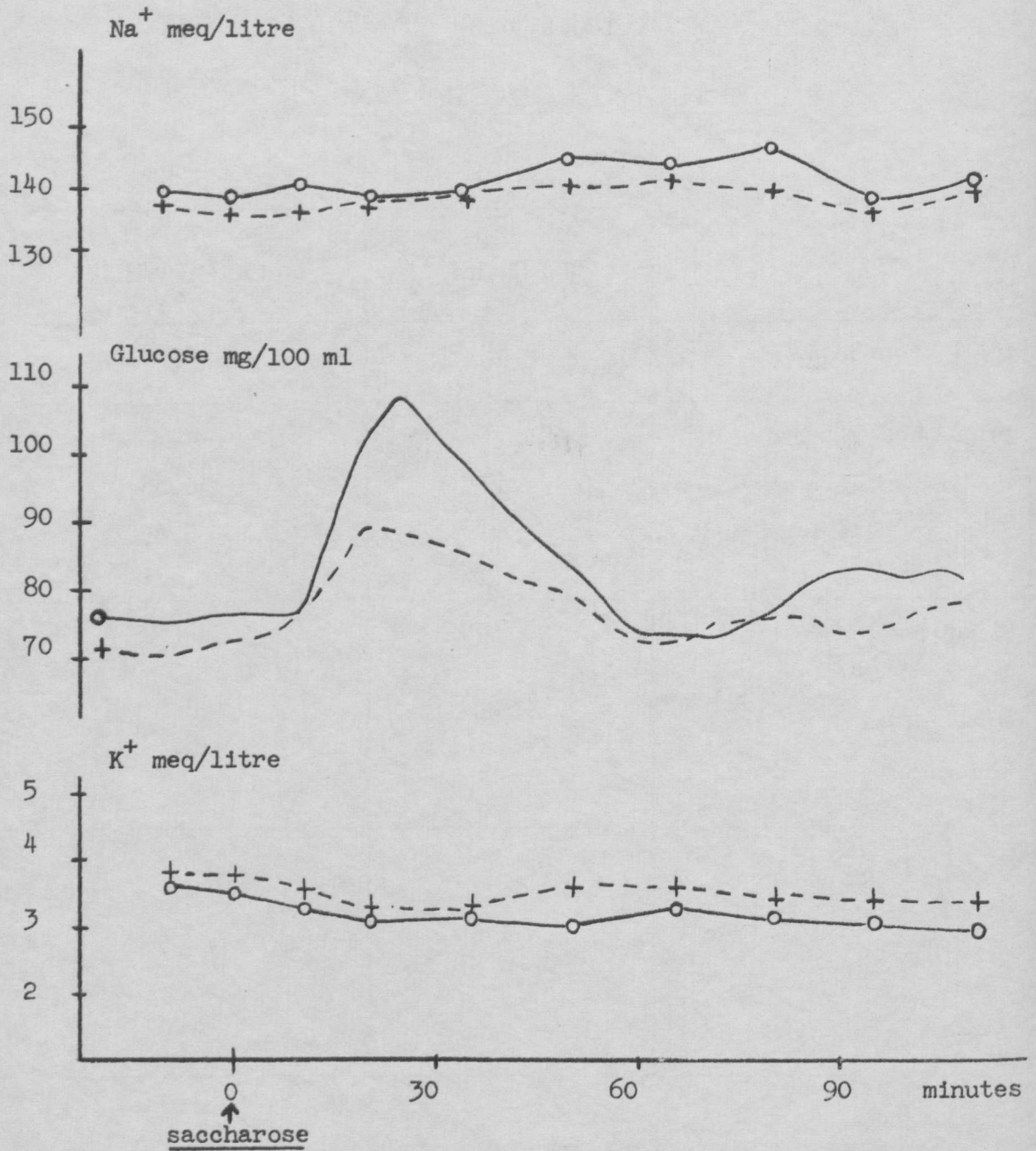


Fig. 1 Evolution de la glycémie, de la kaliémie et de la natrémie veineuses après administration de saccharose par voie orale chez des porcs Large White et Piétrain.

- + - - - Piétrain
 - o - - - Large White

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

APFELBAUM, M. et BEGON, M. 1973.

Etiopathogénie de l'obésité. III - Facteurs étiopathogéniques de l'obésité.

Immex, 10, 4, 543-554

CHARPENTIER, J., VERGE, J. 1967.

Description d'un réflectomètre portatif destiné à l'appréciation objective de la couleur de la viande

13ème Réunion des Instituts de Recherche sur les Viandes - Rotterdam, 20-26 août 1967

ETIENNE, M., LASFARGUES, G. et LAPLANE, R. 1961 a

L'étape musculaire du métabolisme du glucose chez l'enfant obèse. I - Tolérance au glucose et consommation musculaire du glucose chez l'enfant obèse.

Presse Médicale, 69, 36, 1587-1590

ETIENNE, M. et col. 1961 b

II - Facteurs influençant la consommation musculaire du glucose chez l'enfant obèse.

Presse Médicale, 69, 37, 1613-1616

ETIENNE, M. et col. 1961 c

III - Place des troubles de la glyco-régulation dans la physiopathologie de l'obésité de l'enfant.

Presse Médicale, 69, 47, 2000-2003

GOUTEFONGEA, R. 1966

Etude comparative de différentes méthodes de mesure du pouvoir de rétention d'eau de la viande de porc

Ann. Zoot. 15, 291-295

./...

HART, P.C. 1962.

Physicochemical characteristics of degenerated meat in pigs II
Tijdschr. Diergeneesk 87, 156-157

HAYAT, J.C. 1973.

L'hyperlactacidémie. Signification physiopathologique.
Nouvelle Presse Médicale, 2, 17, 1143-1146

HAYAT, J.C., FARGE, B. et LABAUME, P. 1973

Hyperlactémie. Analyse de 21 observations.
Nouvelle Presse Médicale, 2, 17, 1111-1116

HUGUETT, A.S.G., NIXON, D.A. 1957

Use of glucose oxydase, peroxydase and o-dianisidin in
determination of blood and urinary glucose.
Lancet 1957, 2, 368-370

LAMOTTE, M. et SEGRESTAA, J.M. 1966

Action de l'insuline sur la répartition du potassium dans
l'organisme
Journ. Méd. Diabétol. Hôtel-Dieu
7, 109-111. Edit. Méd. Flammarion. Paris.

MACHLIN, L.J. 1972

Effect of Porcine Growth Hormone on Growth and Carcass
Composition of the Pig.
J. Anim. Sc. 35, 4, 794-800

MIROUZE, J. et BERNARD, R. 1967

Étude analytique de l'hyperglycémie provoquée orale et veineuse
par la méthode de l'enregistrement glycémique continu.
Sem. Hôp. Paris, 43, 43, 2647-2656

VAGUE, J., BOYER, J., JUBELIN, J., NICOLINO, C. et PINTO, C.
1968

Le rapport adipo-musculaire chez l'Homme.
3èmes journées Intern. d'Endocrinologie
de MARSEILLE (8-12 mai)

../..

ZUSAMMENFASSUNG

Die Glukosekonzentration wurde im Blut von Schweinen mit verschiedenen Fett/Fleisch Verhältnissen und verschiedenen post mortalen Glykolysegeschwindigkeiten (Pietrain und Large White Rassen) nach einer mündlichen Saccharose-Verabreichung bestimmt. Die Blutzuckerzunahme war geringer und langsamer bei den fleischreichen Schweinen (Pietrain Rasse). Es wird vorgeschlagen dass eine, von Blutglukose ab, zunehmende Fettbildung mit einer Schwächeren-glykolytischen Aktivität verbunden ist.

°°°

SUMMARY

Glycemia was determined in pigs with different fat/muscle ratio and different rate of post mortem muscular glycolysis (Pietrain and Large White breeds) after sucrose feeding. The rise in blood glucose was smaller and slower in lean pigs with fast-glycolyzing muscle (Pietrain breed). It is assumed that higher lipid synthesis from circulating glucose is associated with lower muscular glycolytic activity.

°°°

VAGUE, J., JUBELIN, J., BOYER, J., FONDARAI, J. 1973

Variation de la masse grasse en fonction du poids.

4èmes Journées Intern. d'Endocrinologie de MARSEILLE
(10-13 juillet)