

Lait de chèvre et santé

Digestibilité des graisses du lait de chèvre chez des enfants présentant une malnutrition d'origine digestive. Comparaison avec le lait de vache

W Hachelaf¹, M Boukhrela¹, M Benbouabdellah¹, P Coquin²,
JF Desjeux³, G Boudraa¹, M Touhami¹

¹ Service de pédiatrie C, 9, rue A-Cabral, Oran, BP 1117/08, Algérie;

² Bureau technique de promotion laitière, La Futaie, 72700 Rouillon;

³ Unité INSERM 290, 107, rue du Faubourg-Saint-Denis, 75010 Paris, France

Résumé — Liée dans les pays en développement à l'accès aux ressources, la malnutrition protéino-énergétique (MPE), requiert l'utilisation d'aliments disponibles localement à moindres frais. Caractérisée notamment par la malabsorption des graisses, celle-ci peut être atténuée par des triglycérides à chaîne moyenne (TCM). Les TCM étant 2 fois plus abondants dans le lait de chèvre que dans celui de vache, nos objectifs étaient de voir si le lait de chèvre améliorait le coefficient d'absorption intestinale des graisses (CAG), et d'étudier l'acceptabilité de cet aliment. Dans cette étude en double-aveugle 64 enfants de 9 à 72 mois, présentant une malabsorption intestinale et une malnutrition liées à une intolérance au gluten ont reçu durant 3 j une alimentation standardisée à base de lait et de beurre, soit de chèvre, soit de vache. Le CAG dans les selles des 3 j a été mesuré par la méthode Van de Kamer. Les résultats ont montré qu'entre les 2 groupes 1) il n'y avait pas de différences à l'admission, 2) le CAG du lait de chèvre était significativement supérieur ($P < 0,04$), et 3) la tolérance alimentaire, les prises alimentaires et caloriques ainsi que les modifications du poids corporel étaient identiques. Ainsi, le lait de chèvre, avec une meilleure absorption des graisses et une acceptabilité similaire par rapport au lait de vache, présente des avantages nutritionnels au moins équivalents et offre une perspective alternative digne d'être développée dans les zones endémiques de MPE.

lait de chèvre / malnutrition / maladie cœliaque / absorption intestinale des graisses

Summary — Comparative digestibility of goat's versus cow's milk fats in children with digestive malnutrition. Proteino-energetic malnutrition (PEM), currently prevalent in developing countries, is linked to the basic question of resource availability, and use of locally available foods at lower cost should be encouraged. PEM physiopathology is notably characterized by malabsorption of fats, which can be partially counteracted by medium-chain triglycerides (MCTs) absorbed by the intestine without pancreatic lipase and biliary salts. However, industrial formula are expensive, and MCTs are present in goat's milk in a proportion twice as great as in cow's milk. The aim of our study was first to check whether the higher rate of MCTs in goat's milk was likely to trigger a positive clinical effect as regards intestinal fat absorption rate (FAR), and second, to assess whether goat's milk could constitute a valuable clinical alternative to cow's milk. The double-blind study included 64 chil-

dren aged 9 to 72 months, with intestinal malabsorption and malnutrition due to gluten intolerance. After an initial observation period to determine which subjects met the inclusion criteria, the children were given standardized food based on either goat's or cow's milk and butter for 3 d. The daily diet comprised 2 milk meals with milk diluted at 14%, 2 gluten-free and milk-free flour meals, and 2 vegetable meals enriched with 12% butter. Thus each child received 160 kcal/kg body weight/24 h, more than the amount required for measuring FAR. Stool fat was measured over the 3-d period according to Van de Kamer's method. Food acceptability and tolerance were estimated according to food intake and body weight changes. Results were as follows: 1) no difference appeared between the 2 groups upon inclusion; 2) there was a significant difference in FAR rate between the 2 groups ($P < 0.04$) in favor of the goat's milk fed group; 3) food tolerance, food and caloric intake as well as body weight changes were similar in the 2 groups. To conclude, goat's milk and butter appear to have a nutritional value which is at least similar to those of cow's milk and butter as regards the clinical status of malnutrition, with the additional factor of greater availability in the many regions with prevalent protein-energy malnutrition.

goat's milk / malnutrition / coeliac disease / intestinal fat absorption

INTRODUCTION

La malnutrition protéino-énergétique (MPE) qui sévit dans les pays en développement pose non seulement le problème de fond de l'accès aux ressources, mais également celui de la prise en charge médicale des cas. Les maigres budgets de santé de ces pays fondent dans des interventions lourdes et souvent inappropriées. Ces interventions devraient envisager systématiquement les rapports coûts-bénéfices pour la communauté. L'utilisation d'aliments disponibles localement ou à moindres frais doit être préconisée pour la réhabilitation des MPE. La physiopathologie de la MPE se caractérise, entre autre, par la malabsorption des graisses qui porte à la fois sur les acides gras libres et sur les triglycérides, et qui ne saurait être expliquée par la seule diminution de l'activité lipolytique. L'enfant malnutri présente en effet un certain nombre d'autres anomalies susceptibles de perturber l'absorption intestinale des nutriments, notamment celle des lipides : des anomalies histologiques de la muqueuse gastrique et intestinale, une hypochlorhydrie et une pullulation microbienne avec une augmentation de la concentration des sels déconjugés

(Viteri *et al*, 1973; King et Toskes, 1979; Wittman *et al*, 1987).

Les triglycérides à chaîne moyenne (TCM), composés d'acides gras saturés possédant 6 à 12 atomes de carbone ont, contrairement aux triglycérides à chaîne longue (TCL), une absorption intestinale indépendante de la lipase pancréatique et des sels biliaires. Ils sont hydrolysés par une lipase entérocytaire, et repris directement par la veine porte; leur absorption reste également possible en cas d'atteinte anatomique de la muqueuse intestinale (Bach et Babayan, 1982); enfin ils sont directement oxydés par la cellule hépatique sans l'intervention du système de transport de la carnitine nécessaire aux TCL (Bremer, 1980). Les TCM sont donc préconisés depuis une vingtaine d'années pour les malabsorptions intestinales. Ils sont cependant peu disponibles dans la nature où ils existent sous forme végétale essentiellement dans les noix de coco et de palmiste, et sous forme animale dans les laits de Mammifères et dans les beurres de ces laits avec toutefois des différences notables entre les espèces. L'industrie les propose dans des laits diététiques et sous forme injectable. L'inconvénient réside dans leur prix. Le lait de chèvre, avec une

composition globale similaire à celle du lait de vache (Brendehaug et Abrahamsen, 1986), et la particularité d'être en moyenne 2 fois plus riche en TCM, pourrait représenter une alternative intéressante (Archer et Macdonald, 1984).

Les malnutritions d'apport ne se voient pratiquement plus en Algérie où ont émergé les malnutritions d'origine digestive. Leur étiologie principale est l'intolérance au gluten, qui se manifeste par une diarrhée chronique chez le jeune enfant dès l'introduction des farines de céréales. Dans l'intolérance au gluten permanente, ou maladie cœliaque (MC), la malabsorption intestinale généralisée entraîne constamment une malnutrition. La stéatorrhée est franche, et le coefficient d'absorption des graisses (CAG) baisse pour s'établir entre 75 et 85%. Cette malabsorption s'explique par une diminution évidente de la surface d'absorption sous forme de muqueuse intestinale plate, et par le ralentissement du métabolisme entérocytaire, en particulier de la capacité de transfert des graisses (Rosenthal *et al*, 1990).

Notre étude se proposait donc de mesurer le taux d'utilisation digestive des graisses alimentaires chez les enfants présentant une malnutrition liée à une maladie cœliaque, et réalimentés au lait et au beurre de chèvre. L'acceptabilité d'une telle alimentation a été également évaluée. Les résultats montrent que le lait de chèvre a une meilleure absorption des graisses et une acceptabilité similaire par rapport au lait de vache.

PATIENTS ET MÉTHODES

Les critères d'éligibilité concernaient des enfants des 2 sexes, âgés de 9 à 72 mois, présentant un état de malnutrition sévère défini par un rapport poids/âge < 2 écarts type et/ou un rapport périmètre brachial / périmètre crânien < 0,30, ou des œdèmes, et par une diarrhée chronique

avec une muqueuse intestinale plate à la biopsie, témoins de l'intolérance au gluten. Étaient exclus les enfants suspects d'intolérance associée aux protéines du lait de vache, et ceux présentant une infection. Le nombre d'enfants à inclure a été calculé pour espérer trouver une amélioration significative du CAG aux seuils de 5% et de 20% pour les risques de première et de deuxième espèces respectivement. Une explication détaillée sur les objectifs et le déroulement de l'étude a été fournie aux parents, et leur consentement formel a été obtenu. L'étude s'est déroulée de février 1992 à avril 1993. Les enfants suspects de MC ont été installés avec leur mère dans l'unité d'hospitalisation de jour. Une courte période d'observation permettait de relever les mensurations, d'effectuer la biopsie duodénojunale (capsule de Carey) et les examens biologiques, et de commencer l'alimentation standardisée.

L'alimentation standardisée a été d'emblée diversifiée pour offrir 180 ml/kg/24 h répartis en 6 repas de 30 ml/kg chacun pouvant comporter soit du lait entier reconstitué à 14% (25 g de matières grasses [MG] et 700 kcal/l), soit de la farine sans gluten en bouillie à 15% (3 g de MG et 600 kcal/l), soit enfin une soupe de légumes variés enrichie de 12% de beurre (100 g de MG et 1 080 kcal/l). Les proportions de chacun des repas ainsi préparés variaient selon l'âge de l'enfant et en moyenne, cette alimentation proposait environ 160 kcal/kg/24 h dont 50% par les MG. Ce taux assurait largement les 3 g/kg/24 h de MG exigés pour la mesure d'un CAG. L'allocation du traitement s'est faite à la fin de la période d'observation par tirage au sort. Le CAG a été calculé sur 3 j. Les laits et beurres d'origine bovine ou caprine ont alors été donnés en remplacement du lait et du beurre de l'alimentation de la période d'observation. Les produits avaient été fournis par le bureau technique de promotion laitière (Rouillon, France). Les laits de vache et de chèvre proposés étaient des laits complets en poudre de composition connue, et avec une teneur en acides gras définie. Les beurres ont été fabriqués à partir des mêmes assemblages de lait. Tous les produits avaient le même aspect dans le même emballage pour une étude en double aveugle. La composition de l'alimentation proposée figure dans le tableau I. Le poids des aliments ingérés a été calculé par la différence de poids entre les aliments présentés et les restes, et les quantités de MG ingérées à partir de la composition des aliments.

Tableau I. Alimentation proposée.
Composition of the diet.

	Groupe «chèvre»	Groupe «vache»
<i>Poudre de lait complet (/100 g)</i>		
Matières grasses totales (g)	25,6	24,9
dont TGM (C8-C10) (% du total)	11,1	6,3
Matière azotées totales (g)	26,5	27,1
Lactose (g)	40,8	40,0
Matières minérales (g)	6,7	5,9
Énergie (kcal)	500	493
<i>Lait reconstitué à 14%</i>		
Énergie (kcal/100 ml)	70	69
<i>Beurre</i>		
TCM (% des graisses totales)	13,8	8,6
Énergie (kcal/100 ml)	840	840
<i>Soupe de légumes</i>		
Énergie (kcal/100 ml)	18	18
<i>Farine non lactée</i>		
Énergie (kcal/100 ml)	400	400

TCM: triglycérides à chaîne moyenne.
TCM = *medium-chain triglycerides*.

Les selles, recueillies directement dans les pots des plus grands enfants, et dans les couches des nourrissons, ont été homogénéisées puis congelées en vue du dosage chimique des graisses selon la méthode de Van de Kamer *et al* (1949). Les données ont été analysées par comparaison de moyennes, et avec les tests non paramétriques le cas échéant.

RÉSULTATS

Au total 64 enfants, 32 dans chacun des groupes, ont été inclus dans l'étude. Leurs caractéristiques principales à l'admission figurent dans le tableau II. Il n'a été relevé aucune différence significative entre les 2 groupes. Un enfant du groupe «chèvre» a été retiré en cours d'étude pour un tableau

subocclusif résolutif, et n'a pas été pris en compte pour l'analyse finale. Les résultats concernant le CAG, les troubles digestifs, le poids corporel et l'alimentation durant les 3 j de l'étude figurent dans le tableau III : la seule différence significative retrouvée concerne le CAG en faveur du lait de chèvre. L'alimentation était similaire.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette étude montre essentiellement que les graisses de lait de chèvre sont mieux digérées que celles du lait de vache ; en outre, les produits laitiers de la chèvre s'avèrent être aussi bien acceptés que ceux de la vache. Le premier résultat pro-

Tableau II. Caractéristiques principales à l'admission.
Main features of the study group at admission.

	Groupe «chèvre» (n = 32, filles = 22)		Groupe «vache» (n = 32, filles = 17)	
	Moyenne	ET	Moyenne	ET
Âge (mois)	32,8	(16,1)	32,6	(27,4)
Début des troubles (mois)	15,5	(14,8)	14,6	(18,2)
Selles 24 h avant admission (n)	3,2	(1,9)	2,6	(1,6)
Poids corporel (kg)	9,94	(2,40)	9,44	(2,43)
Poids/âge (écart type)*	-2,4	(1,3)	-2,4	(2,0)

ET : écart type; * : tables de croissance Théraplix.

ET : standard deviation; * : Théraplix growth tables.

Tableau III. Effets digestifs, évolution du poids corporel et apports alimentaires sur 3 j.
Digestive effects, change in body weight and alimentary intake over a 3-d period.

	Groupe «chèvre» (n = 31)		Groupe «vache» (n = 32)		P
	Moyenne	ETM	Moyenne	ETM	
CAG (%)	85	(2)	81	(2)	< 0,04
Poids des selles (g)	540	(81)	468	(61)	NS
Nombre de selles	6,0	(0,7)	6,8	(0,8)	NS
Nombre de vomissements	0,3	(0,6)	0,4	(0,9)	NS
Prise de poids corporel (g)					
À 24 h	-13	(55)	+80	(42)	NS
À 48 h	-42	(58)	+42	(48)	NS
À 72 h	-60	(49)	-16	(46)	NS
Aliment					
Lait complet dilué 14% (ml)	1 903	(97)	1 855	(82)	NS
Soupe de légumes (ml)	1 176	(63)	1 207	(75)	NS
Beurre (g)	211	(7)	213	(8)	NS
Farine (g)	103	(11)	95	(11)	NS
Énergie					
Totale (kcal)	3 350	(112)	3 380	(137)	NS
Par kg/24 h (kcal)	118	(6)	124	(6)	NS
Par les graisses (%)	57	(1,5)	57	(1,5)	NS

CAG : coefficient d'absorption des graisses (graisses ingérées-graisses excrétées/graisses ingérées x 100). ETM : écart type de la moyenne; NS : non significatif à 5%.

CAG : fat absorption coefficient (ingested fats - excreted fats / ingested fats x 100). ETM : standard deviation of the mean; NS : not significant at a 5% threshold.

vient de la mesure du taux apparent d'utilisation digestive des graisses. La méthode d'extraction des graisses fécales de Van de Kamer prend en compte essentiellement l'acide stéarique. On peut imaginer conforter nos résultats par des méthodes d'extraction plus complète des graisses comme celle proposée par Delsal (1944), ou par la méthode faisant appel à la résonance magnétique nucléaire (Schneider *et al*, 1987). On pourrait également émettre des réserves quant à la durée de 3 j choisie pour le recueil des selles quand on sait les variations importantes de la stéatorrhée d'un jour à l'autre. Cette durée était délibérément courte en raison de contraintes cliniques ; cet inconvénient a été compensé par la haute teneur en MG de l'alimentation, réduisant ainsi cette variabilité du CAG. Le deuxième résultat important est l'acceptabilité tout à fait similaire des produits caprins et bovins qui, en dépit de la diversification, ont représenté plus de 60% des apports en volume, et plus de 90% en énergie. Ce résultat rejoint celui du travail parallèle mené à Madagascar (Razafindrakoto *et al*, 1993), qui montre que le lait de chèvre peut être utilisé comme base de la réalimentation chez l'enfant malnutri.

Le choix du modèle de MPE d'origine digestive nous avait paru plus judicieux et plus clair à l'analyse pour estimer les effets digestifs d'une alimentation que celui de la MPE d'apport où sont souvent associées les surinfections, les poussées diarrhéiques et les avitaminoses. Par ailleurs, la malabsorption dans la MC portant essentiellement sur les graisses, il y avait davantage de chances d'observer une amélioration du CAG due aux TCM. Enfin, la perte de poids observée dans les 2 groupes est un phénomène fréquent dans la malnutrition où des œdèmes apparents ou non, se démasquent en une perte de poids dès le début de la récupération nutritionnelle.

En conclusion, le lait et le beurre de chèvre ont une valeur nutritive au moins équivalente à celle du lait et du beurre de vache dans la malnutrition d'origine digestive que nous avons décrite. De plus, leur supériorité au regard de l'absorption des graisses permet de recommander leur utilisation dans l'alimentation de l'enfant en général, et plus encore de l'enfant malnutri, alternative particulièrement opportune dans les zones endémiques.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié d'un financement du Conseil régional de Poitou-Charentes et de la Fondation Xavier-Bernard.

RÉFÉRENCES

- Archer CB, Macdonald DM (1984) Goat's milk for infants and children. *Br Med J* 288, 862
- Bach A, Babayan VK (1982) Medium-chain triglycerides: an update. *Am J Clin Nutr* 36, 950-962
- Bremer J (1980) Carnitine and its role in fatty acid metabolism. *Trends Biochem Sci* 2, 207-209
- Brendehaug J, Abrahamsen RK (1986) Chemical composition of milk from a herd of Norwegian goats. *J Dairy Res* 53, 211-221
- Delsal JL (1944) Nouveau procédé d'extraction des lipides du sérum par le méthylal. *Bull Soc Chim Biol* 26, 99-105
- King CE, Toskes PP (1979) Small intestine bacterial overgrowth. *Gastroenterology* 76, 1035-1055
- Razafindrakoto O, Ravelomanana N, Rasolofo A, Gourgue P, Coquin P, Briend A, Desjeux JF, Rakotoarimanana RD (1993) Le lait de chèvre peut-il remplacer le lait de vache chez l'enfant malnutri ? *Lait* 73, 601-611
- Rosenthal E, Hoffman R, Aviram M, Benderly A, Erde P, Brook JG (1990) Serum lipoprotein profile in children with coeliac disease. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 11, 58-62

- Schneider MU, Demling L, Jones SA, Barker PJ, Domschke S, Heptner G, Domschke W (1987) NMR spectrometry. A new method for total stool fat quantification in chronic pancreatitis. *Dig Dis Sci* 32, 494-499
- Van de Kamer JH, Ten Bokkel Huinink H, Weyers HA (1949) Rapid method for the determination of fat in feces. *J Biol Chem* 42, 24-32
- Viteri EF, Morses F, Alvarado J, Bemar M (1973) Intestinal malabsorption in malnourished children before and during recovery. *Am J Dig Dis* 3, 201-211
- Wittman W, Hansen JDL, Brownlee (1987) An evaluation of gastric acid secretion in Kwasihiorakor by means of the augmented histamine test. *S Afr Med J* 22, 400-406