

Allergènes des viandes

Meat allergens

M. Drouet

Unité allergologie générale, 2, allée des cèdres, 49933 Angers cedex 9, France

Disponible sur Internet le 28 février 2009

Résumé

L'allergie aux viandes de vertébrés est passée en revue à partir des divers rapports et travaux de la littérature. Nous présentons les diverses allergies aux viandes et leurs particularités. Nous évoquons les allergies croisées démontrées ou simplement suspectées pour chacune d'entre elles.
© 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Viandes mammifères ; Viandes aviaires ; Allergie croisée ; Sérum-albumine ; Alpha-gal

Abstract

Allergy to meat of mammalian origin has been reviewed in various published reports and studies. We will describe several of these meat allergies and their peculiarities. We will include consideration of cross-reactions that have been demonstrated or simply suspected for each of these allergies.
© 2009 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Allergy; Meat

1. Introduction

Nous évoquerons l'allergie aux viandes de vertébrés (viandes mammifères et aviaires) qui est connue et décrite depuis des décennies même si la fréquence de cette allergie reste globalement rare. Nous excluons de cette présentation l'allergie aux poissons et fruits de mer.

L'allergie alimentaire aux viandes se situe souvent dans un contexte d'allergie croisée (entre poils et viande de mammifère – entre viande volaille et œuf) et dans ce domaine, il existe des implications parfois inattendues (allergie croisée entre viandes et médicaments, par exemple).

1.1. Manifestations cliniques

L'allure clinique est variable et tous les symptômes de l'atopie sont représentés. Le syndrome oral théoriquement plus spécifique de l'allergie aux aliments végétaux est également

décrit pour viande de volaille [1,2] et de porc [3]. De façon plus anecdotique, la viande de porc a été jugée cause de syndrome néphrotique [4]. Cette allergie alimentaire peut être sévère, voire mortelle, comme nous l'avons rapporté dans le cas d'un patient porteur d'un syndrome porc-chat et décédé après ingestion de sanglier [5]. Il s'agit souvent d'une allergie alimentaire non systématique soumise à l'existence associée de cofacteurs déclenchants, ce qui explique peut-être une certaine sous-estimation du fait des difficultés diagnostiques. La voie alimentaire est bien évidemment la voie déclenchante, mais l'inhalation a été également décrite [6]. La voie cutanée est relativement spécifique de certaines pathologies professionnelles.

1.2. Diagnostic différentiel

L'allergie après ingestion de viandes est parfois due à des additifs ou contaminants, notamment médicamenteux [7–11]. Ces évocations sont anciennes et non rapportées dans la littérature récente.

Adresse e-mail : madrouet@chu-angers.fr.

1.3. Allergènes des viandes

1.3.1. Viandes mammifères

1.3.1.1. Viande de Bœuf. La sérum-albumine bovine (BSA) semble l'allergène dominant de la viande de bœuf [12,13].

L'importance de la sérum-albumine (SA) est également mentionnée en médecine vétérinaire chez des chiens allergiques à la viande de bœuf [14].

Les IgG bovines (PM 160 kDa) seraient également un allergène majeur pouvant même être reconnues par 83 % des sérums de patients allergiques à la viande de bœuf. Elles pourraient expliquer une allergie croisée avec l'agneau, le chevreuil mais ne seraient pas présentes dans le porc ni le poulet [15]. Ces IgG seraient thermolabiles [16].

Chez le chien allergique aux viandes, l'IgG semble également un allergène important [17].

Dans certain cas et en particulier en cas de large réactivité croisée, l'actine (Pm 81 kDa) est reconnue par les IgE du patient allergique, mais le rôle cette protéine en tant qu'allergène reste peu clair [18].

La myoglobine (Pm 17 kDa) est également un allergène possible [19]. Cette protéine thermorésistante, dénuée de ponts disulfures, pourrait expliquer certains cas d'allergies aux viandes cuites. Mais pour d'autres auteurs [20], elle semble peu impliquée.

Les radicaux carbohydrates sont présents dans les viandes. Commins et al. [21] ont démontré que des IgE anticarbohydrates et en particulier antigalactose-alpha 1,3-galactose (alpha-gal) étaient présents chez des patients présentant des réactions allergiques tardives après l'ingestion de viandes.

L'allergie à la viande de bœuf peut être isolée mais est souvent associée à une allergie à d'autres viandes de mammifères (agneau, veau, porc) ou au lait de vache [22]. Chez le jeune enfant allergique au lait de vache, il est parfois retrouvé une allergie à la viande de bœuf notamment peu cuite [16].

1.3.1.2. Viande de porc. La SA est un allergène croisant très fréquemment mis en cause [23].

1.3.1.3. Autres viandes mammifères. Ont été décrites les allergies aux viandes de cheval [24], de chevreuil et de lapin [25].

Le premier cas d'allergie à la viande de baleine et de morse a été récemment rapporté [26] chez un jeune garçon vivant en Alaska, région où ces deux aliments sont communément consommés. On a également rapporté une allergie aiguë au caribou (renne) et au phoque chez trois enfants Inuit [27]. On peut regretter dans ce dernier travail qu'il n'y ait pas eu d'étude d'allergie croisée entre ces deux viandes.

1.3.2. Viandes de volaille

L'allergie aux viandes de volailles est plus rare. Elle concerne le poulet et/ou la dinde et/ou le canard et/ou l'oie. Elle peut être associée à une allergie aux œufs [28] ou non [29–31]. Curieusement, Kelso et al. [30], bien que considérant que

l'allergie aux viandes de volaille puisse être dissociée de l'allergie à l'œuf, trouvent en revanche une association entre allergie aux viandes aviaires et le vaccin de la fièvre jaune avec des tests cutanés positifs pour les vaccins chez trois patients. L'allergie aux viandes de volailles peut être sévère [31].

1.3.3. Autres viandes

1.3.3.1. Grenouille. Elle appartient au genre rana des amphibiens. L'allergie alimentaire aux cuisses de grenouille est rare. L'allergène majeur serait une parvalbumine [32].

1.3.3.2. Kangourou. La viande de kangourou (marsupial de la famille des macropodidés) peut induire des réactions anaphylactiques [33].

1.4. Variabilité de l'allergénicité des viandes

1.4.1. Allergie alimentaire soumise à cofacteur

L'allergie aux viandes est parfois systématique et reproductible après ingestion, mais assez souvent et en particulier pour le porc, elle est non systématique du fait de la nécessité de cofacteurs associés indispensables à l'expression clinique. L'anaphylaxie induite par l'exercice physique (AIE) a été mentionnée par plusieurs auteurs dans ce domaine [15,34]. L'AIE a également été décrite avec la viande de volaille [29].

1.4.2. Cuisson – présentation industrielle

La cuisson peut faire disparaître l'allergénicité des viandes mammifères comme l'ont montré Kanny et al. [35]. Dans ce cas, l'expression clinique concerne essentiellement la viande de bœuf qui est la plus propice à être consommée sous forme crue. La SA serait en cause et sa thermolabilité expliquerait la disparition de l'allergie avec les formes cuites.

Paschke et Besler [36] ont étudié l'influence de divers processus industriels (chauffage, cuisson, congélation) sur l'allergénicité du lait de vache et de la viande de bœuf. Ils postulent une diminution de l'activité antigénique par destruction des épitopes parfois mais envisage également la possibilité de néoantigènes. Toutefois, leurs résultats sont disparates et ne permettent pas de généraliser leurs conclusions.

Han et al. [37] ont étudié la fixation IgE à l'égard des gamma globulines de la viande de bœuf à partir de sérums de patients allergiques. Ils ont testé le lien IgE selon la cuisson (60 à 100 °C) et les hautes pressions. La cuisson à 60 °C et les hautes pressions n'altèrent pas la fixation alors que la cuisson à 100 °C diminue la fixation.

Dans notre expérience, nous avons été confrontés chez plusieurs patients allergiques au porc et au bœuf à des tests cutanés négatifs à la viande crue, mais positifs à la viande cuite (cas non publiés).

La lyophilisation pourrait diminuer l'allergénicité de la viande de bœuf [38–40].

1.5. Allergie professionnelle aux viandes

L'allergie cutanée de contact touche les métiers de l'alimentation (boucher–charcutier–restaurateur...) et peut

prendre l'aspect d'une dermite de contact aux protéines souvent décrite dans la littérature [41–50] ou d'un eczéma des mains [51]. Parfois, les deux manifestations sont associées.

Les allergènes décrits sont plus souvent les viandes mammifères, mais les volailles sont également susceptibles d'induire cette pathologie [52].

L'asthme est également une possibilité d'allergie professionnelle décrite pour le porc [53].

Des pneumopathies d'hypersensibilité ont été décrites dans la fabrication de salami, saucisson ou autres mais relèvent davantage d'allergie aux moisissures penicillium [54,55]. Dans la profession d'emballer de viande, des asthmes ont été imputés à des produits chimiques telle l'anhydride phallique [56–58]. Ces deux dernières situations relèvent donc davantage du diagnostic différentiel.

1.6. Allergènes croisant des viandes

1.6.1. Allergènes croisant des viandes mammifères

1.6.1.1. Allergie croisée entre viandes mammifères. L'allergie croisée est fréquente entre viandes de mammifères [59]. Elle peut même être extrême et concerner pratiquement toutes les viandes mammifères telle que décrite par Bourne et al. [18] qui rapportent le cas d'une patiente allergique aux viandes de bœuf, d'agneau, de porc, de kangourou (premier cas décrit) et de lapin.

La SA est probablement l'allergène croisant le plus important. Une grande communauté allergénique est également démontré par Fiocchi et al. [60] entre BSA et SA ovine.

1.6.1.2. Allergie croisée entre viande et poils

1.6.1.2.1. Le syndrome porc-chat. Rapporté par notre équipe en 1994 [61–63], cette allergie croisée concerne les épithélias de chat et la viande de porc et se présente ainsi : peu de patients allergiques au chat sont allergiques à la viande de porc mais presque tous les patients allergiques au porc sont allergiques au chat. Nous avons montré que la SA était un des allergènes croisant les plus importants de cette allergie croisée et le rôle de SA fut confirmé par d'autres équipes [64]. Dès nos premières publications, nous avons remarqué que parfois la sensibilisation mammifère allait très au-delà du simple syndrome porc-chat et qu'il existait une forme « élargie » de ce syndrome où la polysensibilisation mammifère était très grande avec des patients qui présentaient également des allergies à d'autres poils de mammifères mais également à d'autres viandes (notamment agneau et bœuf).

Mamikoglu [65] a montré l'association entre allergie au lait de vache, aux viandes mammifères et aux poils de chat et de chien et invite même à tester systématiquement ces allergènes alimentaires chez les patients connus allergiques aux poils d'animaux.

1.6.1.2.2. Viande de mammifères – poils de chien. Vicente-Serrano et al. [66] pensent que la SA serait impliquée dans l'allergie aux viandes et poils de mammifères mais aussi dans l'allergie au lait de vache (notamment sous sa forme persistante).

Certains de nos travaux [67] pourraient aller dans ce sens puisque nous avons également montré que les jeunes enfants présentant une réaction anaphylactique au lait de vache étaient tous sensibilisés aux poils de chien.

La SA est également mise en cause en cas d'allergie croisée entre viande de bœuf crue et poils de chien [13,68].

1.6.1.2.3. Viande de cheval – poils de hamster. Une allergie croisée entre viande de cheval et poils de hamster est suspectée par Cisteró-Bahíma et al. [24] chez une patiente ayant développé une allergie alimentaire à la viande de cheval après introduction d'un hamster à son domicile. Dans ce cas également, la SA serait l'allergène croisant.

L'allergie croisée entre viandes et poils de mammifères est donc décrite par divers auteurs avec des associations variables qui probablement tiennent à des circonstances environnementales. Pratiquement toutes ces études insistent sur l'importance de la SA pour lequel Spitzauer et al. [69] ont démontré qu'il existait une forte homologie entre les différentes espèces.

1.6.1.3. Viandes de mammifères et médicaments. L'allergie croisée aux viandes peut conduire jusqu'à l'allergie médicamenteuse. Ainsi, pour l'héparine (origine porcine), nous avons supposé à propos de deux cas que le syndrome porc-chat pouvait être un terrain prédisposant [70]. Cette hypothèse semble confortée par Kendall et Marney [71] qui rapportent un cas de test cutané positifs aux héparines chez un patient allergique à la viande de porc.

De même, l'allergie aux gélatines utilisées en anesthésiologie (origine bovine) semble être favorisée par l'allergie à la viande de bœuf parfois d'ailleurs associée au syndrome porc-chat (travaux non publiés de notre équipe). D'autres auteurs ont rapporté cette association [72].

La BSA a été utilisée dans certains milieux de conservation des spermatozoïdes et plusieurs cas d'allergie à la BSA ont été décrits lors d'insémination artificielle [73–75]. Le premier de ces cas fut publié par de Blay et al. [73] chez une patiente technicienne de laboratoire (donc très exposée aux allergènes mammifères) et le bilan montrait une polysensibilisation aux SA de mammifères (BSA mais aussi SA de cheval, de chat, de chien, de porc).

La SA qui semble tenir un si grand rôle en matière d'allergie croisée n'est peut-être pas exclusivement en cause. En effet, les radicaux carbohydrate alpha-gal pourraient expliquer les réactions anaphylactiques médicamenteuses au cetuximab. Le cetuximab est un anticorps monoclonal chimérique dont le Fab contient des protéines murines et humaines et est indiqué dans les cancers colorectaux avec métastases. Chung et al. [76] suspectent les radicaux alpha-gal dans l'allergie croisée entre cetuximab et viandes rouges.

1.6.2. Allergènes croisant des viandes de volaille

L'allergie au poulet quand elle est associée à une allergie à l'œuf pourrait entrer dans le cadre du syndrome œuf-oiseau et l'allergène présent dans le jaune d'œuf serait l'alpha livétine [28,77]. Quirce et al. [78] ont étudié deux patients présentant un syndrome œuf-plume. Pour l'un, il s'agissait d'une allergie au jaune d'œuf et en particulier à l'alpha livétine. Pour l'autre,

l'allergène dominant semblait le lysozyme du blanc d'œuf. Le rôle de la SA a également été évoqué par d'autres équipes [79,80]. Quirce et al. [80] ont montré que la SA de poulet avait une homologie partielle avec la conalbumine (Gal d3 du blanc d'œuf) et qu'elle était thermolabile expliquant que dans le syndrome œuf-oiseau, malgré des tests cutanés positifs, les viandes consommées cuites étaient le plus souvent bien tolérées.

1.6.3. Allergènes croisant entre viande de mammifère et viande de volaille

Ce point a été étudié par Ayuso et al. [15] qui montrent que les patients allergiques aux viandes mammifères sont sensibilisés aux viandes de volailles dans 44 % des cas (19 individus sur 43) alors que les patients sensibilisés à la viande de volaille ont systématiquement une sensibilisation mammifère.

1.6.4. Allergènes croisant des autres viandes

La parvalbumine de la grenouille est proche des parvalbumines de poisson comme l'ont montré Hilger et al. [81] et les patients allergiques aux poissons ont des IgE qui reconnaissent cette parvalbumine.

1.7. Bilan dans l'allergie aux viandes

1.7.1. Tests cutanés

Les prick-tests seraient peu sensibles pour certains [82]. Pour la viande de bœuf, les extraits allergéniques seraient peu sensibles mais spécifiques alors que les extraits natifs seraient plus sensibles mais moins spécifiques [83].

1.7.2. IgE spécifiques

Elles sont estimées plus sensibles que les tests cutanés par Orhan et Sekerel [82].

2. Conclusion

L'allergie aux viandes de vertébrés et de mammifères en particulier est un sujet passionnant tant sur le plan de la démarche clinique qui s'apparente souvent à une enquête policière du fait de la variabilité de l'expression clinique (rôle des cofacteurs non spécifiques, variations de l'allergène sous différentes conditions—cuisson, processus industriel) que sur le plan physiopathologique et en particulier de l'allergie croisée. Dans quel sens cette allergie croisée se met-elle en place, autrement dit, quel est l'allergène inducteur et quel est l'allergène induit ? Ce sens est-il toujours le même ou peut-il varier ? Quel est le rôle du lait de vache en amont ? Le lait de vache pourrait-il être impliqué dans le processus d'allergie croisée et cet aliment pourrait-il générer une allergie secondaire aux épithéliales comme pourraient le suggérer quelques études ? Peut-on envisager que l'allergie aux viandes soit la suite d'une « vielle » allergie alimentaire au lait guérie au moment où nous voyons le patient pour cette allergie aux viandes ?... Autant de questions pour lesquelles nous espérons une réponse dans les années à venir.

Références

- [1] Escribano MM, Serrano P, Muñoz-Bellido FJ, de la Calle A, Conde J. Oral allergy syndrome to bird meat associated with egg intolerance. *Allergy* 1998;53:903–4.
- [2] Vila L, Barbarin E, Sanz ML. Chicken meat induces oral allergy syndrome: a case report. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1998;80:195–6.
- [3] Asero R, Mistrello G, Falagiani P. Oral allergy syndrome from pork. *Allergy* 1997;52:684–6.
- [4] Howanietz H, Lubec G. Idiopathic nephrotic syndrome, treated with steroids for 5 years, found to be allergic reaction to pork. *Lancet* 1985;24:450.
- [5] Drouet M, Sabbah A, Le Sellin J, Bonneau JC, Gay G, Dubois-Gosnet C. Fatal anaphylaxis after eating wild boar meat in a patient with pork-cat syndrome. *Allerg Immunol* 2001;33:163–5.
- [6] Polasani R, Melgar L, Reisman RE, Ballow M. Hot-dog vapor-induced status asthmaticus. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1997;78:35–6.
- [7] Stresemann E. Allergy to meat: the problem of additives to animal foods. *Acta Allergol* 1967;22:139–44.
- [8] Tscheuschner I. Penicillin anaphylaxis following pork consumption. *Z Haut Geschlechtskr* 1972;5:591–2.
- [9] Tinkelman DG, Bock SA. Anaphylaxis presumed to be caused by beef containing streptomycin. *Ann Allergy* 1984;53:243–4.
- [10] Dewdney JM, Maes L, Raynaud JP, Blanc F, Scheid JP, Jackson T, et al. Risk assessment of antibiotic residues of beta-lactams and macrolides in food products with regard to their immuno-allergic potential. *Food Chem Toxicol* 1991;29:477–83.
- [11] Kanny G, Puygrenier J, Beaudoin E, Moneret-Vautrin DA. Alimentary anaphylactic shock: implication of penicillin residues. *Allerg Immunol* 1994;26:181–3.
- [12] Perez A, Sanchez I, Vicente M, Baeza ML, Rodriguez JJ, Marranon F, et al. Allergy to mammal's meat. *J Allergy Clin Immunol* 2000;105:S139.
- [13] Fuentes Aparicio V, Sánchez Marcén I, Pérez Montero A, Baeza ML, de Barrio Fernández M. Allergy to mammal's meat in adult life: immunologic and follow-up study. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2005;15:228–31.
- [14] Ohmori K, Masuda K, Kawai S, Yasuda N, Sakaguchi M, Tsujimoto H. Identification of bovine serum albumin as an IgE-reactive beef component in a dog with food hypersensitivity against beef. *J Vet Med Sci* 2007;69:865–7.
- [15] Ayuso R, Lehrer SB, Lopez M, Reese G, Ibañez MD, Esteban MM, et al. Identification of bovine IgG as a major cross-reactive vertebrate meat allergen. *Allergy* 2000;55:348–54.
- [16] Werfel SJ, Cooke SK, Sampson HA. Clinical reactivity to beef in children allergic to cow's milk. *J Allergy Clin Immunol* 1997;99:293–300.
- [17] Martín A, Sierra MP, González JL, Arévalo MA. Identification of allergens responsible for canine cutaneous adverse food reactions to lamb, beef and cow's milk. *Vet Dermatol* 2004;15:349–56.
- [18] Bourne HC, Restani P, Moutzouris M, Katelaris CH. An unusual pattern of meat allergy. *Allergy* 2005;60:706–7.
- [19] Fuentes MaM, Palacios R, Garcés MaM, Caballero ML, Moneo I. Isolation and characterization of a heat-resistant beef allergen: myoglobin. *Allergy* 2004;59:327–31.
- [20] Ayuso R, Lehrer SB, Tanaka L, Ibañez MD, Pascual C, Burks AW, et al. IgE antibody response to vertebrate meat proteins including tropomyosin. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1999;83:399–405.
- [21] Commins SP, Satinover SM, Hosen J, Mozena J, Borish L, Lewis BD, et al. Delayed anaphylaxis, angioedema or urticaria after consumption of red meat in patients with IgE antibodies specific for galactose-alpha-1, 3-galactose. *J Allergy Clin Immunol*. 2009;123:426–33.
- [22] Eigenmann PA. Anaphylaxis to cow's milk and beef meat proteins. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2002;89:61–4.
- [23] Palacios Benito R, Álvarez-Lovel MC, Martínez-Cócera C, del Castillo Payá MM, Romanillos RA. Allergy to meat. *Allergy* 2002;57:858–9.
- [24] Cisteró-Bahima A, Enrique E, San Miguel-Moncín MM, Alonso R, Bartra J, Fernández-Parra B, et al. Meat allergy and cross-reactivity with hamster epithelium. *Allergy* 2003;58:161–2.

- [25] Ayuso R, Lehrer SB, Lopez M, Reese G, Ibañez MD, Martín Esteban M, et al. Identification of bovine IgG as a major cross-reactive vertebrate meat allergen. *Allergy* 2008;55:348–54.
- [26] Moore LM, Rathkopf MM, Sanner CJ, Whisman BA, Demain JG. Seal and whale meat: two newly recognized food allergies. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2007;98:92–6.
- [27] Roberts JR. Allergy to caribou and seal meat in Inuit children: a report of three cases. *J Allergy Clin Immunol* 2006;117:S42.
- [28] Martínez Alonso JC, Domínguez Ortega FJ, Fuentes Gonzalo MJ. Angioedema due to sensitization to chicken meat. *Allergol Immunopathol* 2003;31:50–2.
- [29] Cahen YD, Fritsch R, Wüthrich B. Food allergy with monovalent sensitivity to poultry meat. *Clin Exp Allergy* 1998;28:1026–30.
- [30] Kelso JM, Cockrell GE, Helm RM, Burks AW. Common allergens in avian meats. *J Allergy Clin Immunol* 1999;104:202–4.
- [31] Zacharisen MC. Severe allergy to chicken meat. *WMJ* 2006;105:50–2.
- [32] Hilger C, Grigioni F, Thill L, Mertens L, Hentges F. Severe IgE-mediated anaphylaxis following consumption of fried frog legs: definition of alpha-parvalbumin as the allergen in cause. *Allergy* 2002;57:1053–8.
- [33] Boyle RJ, Russo VC, Andaloro E, Mehr SM, Tang MLK. Anaphylaxis to kangaroo meat—identification of a new marsupial allergen. *Allergy* 2007;62:209–11.
- [34] Biedermann T, Schöpf P, Ruëff F, Przybilla B. Exertion-induced anaphylaxis after eating pork and beef. *Dtsch Med Wochenschr* 1999;124:456–8.
- [35] Kanny G, de Hauteclouque C, Moneret-Vautrin DA. Food anaphylaxis to bovine serum albumin. *J Allergy Clin Immunol* 1998;101:137–9.
- [36] Paschke A, Besler M. Stability of bovine allergens during food processing. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2002;89:16–20.
- [37] Han GD, Matsuno M, Ikeuchi Y, Suzuki A. Effects of heat and high-pressure treatments on antigenicity of beef extract. *Biosci Biotechnol Biochem* 2002;66:202–5.
- [38] Fiocchi A, Restani P, Riva E. Beef allergy in children. *Nutrition* 2000;16:454–7.
- [39] Fiocchi A, Restani P, Bouygue GR, Martelli A. Beef allergy in adults and children. *Allergy* 2005;60:126.
- [40] Fiocchi A, Restani P, Riva E, Mirri GP, Santini I, Bernardo L, et al. Heat treatment modifies the allergenicity of beef and bovine serum albumin. *Allergy* 2008;798–802.
- [41] Fisher AA, Stengel F. Allergic occupational hand dermatitis due to calf's liver. An urticarial "immediate" type hypersensitivity. *Cutis* 1977;19:561–5.
- [42] Fisher AA. Allergic contact urticaria to raw beef: histopathology of the specific wheal reaction at the scratch test site. *Contact Dermatitis* 1982;8:425.
- [43] Valsecchi R, di Landro A, Pansera B, Cainelli T. Contact urticaria from pork. *Contact Dermatitis* 1994;30:121.
- [44] Boehncke WH, Pillekamp H, Gass S, Gall H. Occupational protein contact dermatitis caused by meat and fish. *Int J Dermatol* 1998;37:358–60.
- [45] Iliev D, Wüthrich B. Occupational protein contact dermatitis with type I allergy to different kinds of meat and vegetables. *Int Arch Occup Environ Health* 1998;71:289–92.
- [46] Geyer E, Kränke B, Derhaschnig J, Aberer W. Contact urticaria from roe deer meat and hair. *Contact Dermatitis* 1998;39:34.
- [47] Kumar A, Freeman S. Protein contact dermatitis in food workers. Case report of a meat sorter and summary of seven other cases. *Australas J Dermatol* 1999;40:138–40.
- [48] Kumar A, Freeman S. Protein contact dermatitis in food workers. Case report of a meat sorter and summary of seven other cases. *Allergy* 2002;40:138–40.
- [49] Dalmau J, Serra E, Campos M, Peramiquel L, Vila AT, Alomar A. Meat protein allergic contact dermatitis: a case report. *Contact Dermatitis* 2005;52:285–6.
- [50] Amaro C, Goossens A. Immunological occupational contact urticaria and contact dermatitis from proteins: a review. *Contact Dermatitis* 2008;58:67–75.
- [51] Jovanovic M, Oliwiecki S, Beck MH. Occupational contact urticaria from beef associated with hand eczema. *Contact Dermatitis* 1992;27:188–9.
- [52] González-Muñoz M, Gómez M, Alday E, del Castillo A, Moneo I. Occupational protein contact dermatitis to chicken meat studied by flow cytometry. *Contact Dermatitis* 2007;57:62–3.
- [53] Labrecque M, Coté J, Cartier A, Lemièrre C, Malo JL. Occupational asthma due to pork antigens. *Allergy* 2004;59:893–4.
- [54] Reynaud C, Vodoz JF, Bernstein M, Nerbollier G, Richardet C, Polla BS. Salami and extrinsic allergic alveolitis: a new occupational disease in Switzerland. *Soz Präventivmed* 1992;37:263–7.
- [55] Rivero MG, Basile LM, Salvatore AJ, Fridlender H, Maxit M. Salami worker's lung. *Medicina* 1999;59:367–9.
- [56] Andrasch RH, Bardana Jr EJ, Koster F, Pirofsky B. Clinical and bronchial provocation studies in patients with meatwrappers' asthma. *J Allergy Clin Immunol* 1976;58:291–8.
- [57] Levy SA, Storey J, Phashko BE. Meat worker's asthma. *J Occup Med* 1978;20:116–8.
- [58] Pauli G, Bessot JC, Kopferschmitt MC, Lingot G, Wendling R, Ducos P, et al. Meat wrapper's asthma: identification of the causal agent. *Clin Allergy* 1980;10:263–9.
- [59] Llátser R, Polo F, De La Hoz F, Guillaumet B. Alimentary allergy to pork. Cross reactivity among pork kidney and pork and lamb gut. *Clin Exp Allergy* 1998;28:1021–5.
- [60] Fiocchi A, Restani P, Riva E, Qualizza R, Bruni P, Restelli AR, et al. Meat allergy: I-Specific IgE to BSA and OSA in atopic, beef sensitive children. *J Am Coll Nutr* 1995;14:239–44.
- [61] Drouet M, Lauret MG, Sabbah A. The pork-cat syndrome: effect of sensitization to cats on sensitization to pork meat. A case report. *Allerg Immunol* 1994;26:305–6.
- [62] Drouet M, Boutet S, Lauret MG, Chène J, Bonneau JC, Le Sellin J, et al. The pork-cat syndrome or crossed allergy between pork meat and cat epithelia (1). *Allerg Immunol* 1994;26:166–8. 171–172.
- [63] Sabbah A, Lauret MG, Chène J, Boutet S, Drouet M. The pork-cat syndrome or crossed allergy between pork meat and cat epithelia (2). *Allerg Immunol* 1994;26:173–4. 177–180.
- [64] Hilger C, Kohnen M, Grigioni F, Lehnert C, Hentges F. Allergic cross-reactions between cat and pig serum albumin. Study at the protein and DNA levels. *Allergy* 1997;52:179–87.
- [65] Mamikoglu B. Beef, pork and milk allergy (cross reactivity with each other and pet allergies). *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;133:534–7.
- [66] Vicente-Serrano J, Caballero ML, Rodríguez-Pérez R, Carretero P, Pérez R, Blanco JG, et al. Sensitization to serum albumins in children allergic to cow's milk and epithelia. *Pediatr Allergy Immunol* 2007;18:503–7.
- [67] Hoppe A. Accidents allergiques aigus aux protéines du lait de vache lors de la première exposition théorique. Thèse-faculté de médecine, Angers. 2005.
- [68] San-Juan S, Lezaun A, Caballero ML, Moneo I. Occupational allergy to raw beef due to cross-reactivity with dog epithelium. *Allergy* 2005;60:839–40.
- [69] Spitzauer S, Pandjaitan B, Söregi G, Mühl S, Ebner C, Kraft D, et al. IgE cross reactivities against albumins in patients allergic to animals. *J Allergy Clin Immunol* 1995;96:951–9.
- [70] Drouet M, Le Sellin J, Sabbah A. Does the pork-cat syndrome constitute a predisposition to heparin allergy? *Allerg Immunol* 1997;29:43–5.
- [71] Kendall PL, Marney SR. Porcine heparin allergy in a pork allergic patient: a case report. *J Allergy Clin Immunol* 2005;115:S181.
- [72] Mullins RJA. Anaphylaxis to beef, gelatin and haemacel. *J Allergy Clin Immunol* 2004;113:S241.
- [73] de Blay F, Tomb R, Vouillot C, Thierry R, Grosshans E, Pauli G. Urticaria and angioedema during insemination with fluid containing bovine serum albumin. *Contact Dermatitis* 1993;28:119.
- [74] Wüthrich B, Stern A, Johansson SGO. Severe anaphylactic reaction to bovine serum albumin at the first attempt of artificial insemination. *Allergy* 1995;50:179–83.
- [75] Orta M, Ordoqui E, Aranzabal A, Fernandez C, Bartolome B, Sane ML. Anaphylactic reaction after artificial insemination. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2003;90:446–51.

- [76] Chung CH, Mirakhur B, Chan E, Le QT, Berlin J, Morse M, et al. Cetuximab-induced anaphylaxis and IgE specific for galactose-alpha-1, 3-galactose. *N Eng J Med* 2008;13:1109–17.
- [77] Hoffman DR, Guenther DM. Occupational allergy to avian proteins presenting as allergy to ingestion of egg yolk. *J Allergy Clin Immunol* 1988;81:484–8.
- [78] Quirce S, Diez-Gomez ML, Eiras P, Cuevas M, Baz G, Losada E. Inhalant allergy to egg yolk and egg white proteins. *Clin Exp Allergy* 1998;28: 478–85.
- [79] Vouillot C, De Blay F, Thierry R, et al. Chicken albumine responsible for cross-sensitization between eggs and chicken live rand flesh. *J Allergy Clin Immunol* 1992;89:194.
- [80] Quirce S, Maranon F, Umpiérrez A, de las Heras M, Jimenez A, Fernandez-Caldas E, et al. Identification of chicken serum albumin as a thermolabile egg allergen (Gal d 5) responsible for the bird-egg syndrome. *J Allergy Clin Immunol* 2000;105:S137.
- [81] Hilger C, Thill L, Grigioni F, Lehnert C, Falagiani P, Ferrara A, et al. IgE antibodies of fish allergic patients cross-react with frog parvalbumin. *Allergy* 2004;59:653–60.
- [82] Orhan F, Sekerel BE. Beef allergy: a review of 12 cases. *Allergy* 2003;58:127–31.
- [83] Fiocchi A, Bouygue GR, Restani P, Bonvini G, Startari R, Terracciano L. Accuracy of skin prick tests in IgE-mediated adverse reactions to bovine proteins. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2002;89:26–32.