

乳脂肪球膜及其配料的科学共识

(中国食品科学技术学会 北京 100048)

摘要 目的:富含乳脂肪球膜的乳清蛋白粉是婴幼儿配方乳粉的配料之一。有关专家在综合分析乳脂肪球膜对婴幼儿营养健康作用的研究文献基础上,形成《乳脂肪球膜及其配料的科学共识》。方法:组织科技界和产业界的相关专家,通过文献检索分析与研讨的形式开展研究。结果:乳脂肪球膜是包裹在乳脂肪液滴表面,由极性脂质、胆固醇和蛋白质等组成的复杂的 3 层磷脂蛋白膜,而鞘磷脂和神经节苷脂为乳脂肪球膜配料的特征性指标,其安全性和耐受性在临床试验中得到证实。现有研究表明在婴幼儿配方乳粉中添加“富含乳脂肪球膜的乳清蛋白粉”,可促进婴儿大脑认知发育,增强婴儿免疫力。目前乳脂肪球膜原料生产企业尚无统一的质量标准体系,乳脂肪球膜相关配料的组分复杂,且因获得方法不同而存有较大差异。对原料和终产品的检测方法,特别是对膜蛋白的检测方法尚不成熟,应加强乳脂肪球膜配料及主要特征成分检测方法、产品质量控制、营养功能与临床研究。政府有关部门、食品科技界及产业界也应加强对乳脂肪球膜及其配料的认知,助推我国婴幼儿配方食品产业健康发展。

关键词 乳脂肪球膜;乳清蛋白粉;科学共识;婴幼儿配方乳粉;婴儿认知发育;免疫力

文章编号 1009-7848(2022)04-0471-06 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2022.04.046

与其它哺乳动物乳汁相比,人乳(以下简称母乳)是满足婴儿生长发育最安全、最完美的天然食物。母乳富含婴儿生长发育所需全营养,以及保护其适应自然环境和获得健康生长的多种已知或未知的生物活性物质。母乳中生物活性物质的研究已成为揭示人类早期发育,特别是脑、肠道和免疫发育的突破口。为满足那些因各种状况无法得到母乳喂养的婴儿的需求,研究和探寻母乳中生物活性物质替代物成为婴幼儿配方乳粉创新和发展的重要内容。

脂类(包括甘油三酯和多种类脂)是母乳中的重要营养成分。从上世纪末开始,脂肪和必需脂肪酸构成及来源的研究占据着脂类研究的主导地位。长期以来,多数婴幼儿配方乳粉通过向脱脂乳原料中添加富含必需脂肪酸的多种植物油的方式模拟母乳脂肪及脂肪酸组成。随着分析技术发展和营养研究的聚焦,乳脂肪球及乳脂肪球膜(Milk fat globule membrane, MFGM)的构成及其健康效应逐渐被关注。乳中的脂肪球不只是乳脂均一化的物理状态,也是乳腺分泌细胞分泌的一种具有特殊结构的脂滴。包裹在乳脂肪球外层的乳脂肪球膜具有油水兼容的特性,含有多种磷脂和蛋

白质。

随着婴幼儿配方乳粉相关科学技术的发展,市场上出现了保留乳脂肪球膜或富含乳脂肪球膜提取物的产品。对部分添加相关配料的配方乳粉也开展了婴幼儿喂养效果评价。目前政府有关部门、科技界及消费者对乳脂肪球膜及其配料的定义与健康功能的认知不足。鉴于此,本共识汇集科技界与产业界专家,检索并分析从 1965 年到 2022 年 1 月间,主要的中文数据库以及外文数据库 PubMed 的相关文献(文献检索词包括“milk fat globule membrane/乳脂肪球膜”“human/breast milk/母乳”“sphingomyelin/鞘磷脂”“gangliosides/神经节苷脂”“safety/安全性”“tolerance/耐受性”“clinical trials/临床试验”“inflammation/炎症”“immunity/免疫”“neuro development/神经发育”等),通过专题研讨的形式,就乳脂肪球膜及其配料的定义、来源、检测方法与健康效应达成共识。该共识为我国婴幼儿群体的营养改善相关研究提供方向,为促进我国婴配食品行业的创新发展提供指导意见,为相关行业监管提供科学依据。

1 乳脂肪球膜是一种结构特殊的 3 层磷脂蛋白膜,其商业化配料来源于乳品加工

乳脂肪球膜为包裹在乳脂肪液滴外部的 3 层膜状结构,天然的乳脂肪球膜在乳腺内皮细胞释

收稿日期:2022-04-02

通信作者:中国食品科学技术学会

E-mail: cifst@126.com

放脂肪的过程中逐渐形成,其中的甘油三酯小脂滴被来自内质网的单层磷脂膜包裹后不断向细胞顶膜迁移,进而被乳腺细胞顶端的双层磷脂细胞质膜包裹,形成独特的3层膜结构,即内侧为单层磷脂膜,外侧为双层生物膜^[1]。乳脂肪球膜主要由磷脂酰胆碱、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰肌醇、磷脂酰丝氨酸、鞘磷脂、糖脂、神经节苷脂和胆固醇^[2]等脂质以及膜特异蛋白、酶和黏多糖等组成^[3]。虽然国际权威机构尚未给出乳脂肪球膜的定义,但是在科学界已形成一定的共识,即包裹在乳脂肪液滴表面,由极性脂质、胆固醇和蛋白质等组成的复杂的3层磷脂蛋白膜。由于乳脂肪球膜成分,特别是膜蛋白成分种类多、结构复杂而很难分离提纯,因此其产业化应用主要以富含乳脂肪球膜的配料形式添加到婴幼儿配方乳粉中。商业化的乳脂肪球膜配料来源于乳品加工(如酪乳、黄油乳清、干酪乳清),并通过分离、浓缩、干燥等工序制成的一种富含乳脂肪球膜复合磷脂和蛋白质的乳清蛋白粉。稀奶油搅打形成奶油粒的过程中分离出来的液体(水相)^[4],无水黄油加工奶油经融化离心分离后得到的液体(水相)^[5-6],干酪加工在凝乳阶段分离得到的液体^[7],均是乳脂肪球膜配料生产的主要原料。因原料与加工工艺不同,故所获得的乳脂肪球膜配料在成分上相差较大。

2 鞘磷脂和神经节苷脂为目前乳脂肪球膜配料的特征性指标

乳脂肪球膜配料成分复杂,其脂质成分主要包括磷脂酰胆碱、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰肌醇、磷脂酰丝氨酸、鞘磷脂以及微量的神经节苷脂、胆固醇、甘油酯等;已知的蛋白质主要包括嗜乳脂蛋白、黄嘌呤氧化酶、黄嘌呤脱氢酶、黏蛋白、乳凝集素以及脂肪酸结合蛋白等^[3]。由于乳脂肪球膜蛋白质组成和种类极其复杂,目前尚缺少统一的定性和定量方法,因此目前商业化的乳脂肪球膜配料多以鞘磷脂和神经节苷脂的含量作为衡量指标。

鞘磷脂是哺乳动物乳中特有的成分^[8],主要采用液相色谱-质谱联用法和核磁共振法进行定量测定。神经节苷脂含量虽低,但作为一种重要的鞘糖脂类组分,也是目前乳脂肪球膜配料的主要衡量指标之一,通常采用液相色谱-质谱联用法测定。

3 乳脂肪球膜配料的安全性和耐受性在临床试验中得到证实

目前国内外尚无乳脂肪球膜配料的法规和标准,然而,含有乳脂肪球膜的乳清蛋白粉应用于美国、荷兰、西班牙、丹麦、芬兰、瑞典、捷克、罗马尼亚、斯洛文尼亚、拉脱维亚、保加利亚、新加坡、韩国、中国等国家的婴幼儿配方乳粉产品中多年。多项针对婴儿的临床试验表明,含有乳脂肪球膜配料的配方乳粉具有良好的安全性和耐受性^[9-11]。一项针对119例14日龄健康足月婴儿的多中心随机对照临床试验表明,含有乳脂肪球膜磷脂和膜蛋白配料的配方乳粉具有良好耐受性。与对照组相比,使用含乳脂肪球膜配料的配方乳粉喂养14周,各组婴儿在体重增加等主要生长指标方面无显著性差异^[12]。一项针对240名2月龄婴儿的双盲随机对照试验发现,与对照组相比(标准配方乳粉喂养4个月),使用含乳脂肪球膜配料的试验配方乳粉喂养4个月,未发现任何严重不良反应事件。两组婴儿在体重增加、体重指数、体脂百分比及头围等方面均无显著性差异^[13-14]。

美国一项Meta分析,从4个数据库中共检索到24篇关于儿童服用乳脂肪球膜配料的研究报告,结果表明:服用含乳脂肪球膜配料的配方乳粉,儿童的平均体重、身高、头围和平均增重与服用标准配方乳粉的儿童相比无统计学差异。服用含乳脂肪球膜配料的乳粉未见明显不良反应,具有良好的安全性和耐受性^[15]。此外,添加乳脂肪球膜配料的辅食对6岁以内的幼儿^[16-17]和成人的安全性和耐受性也在多项临床试验中得到证实^[18-19]。

4 现有研究表明添加乳脂肪球膜配料及磷脂的婴幼儿配方乳粉可促进婴儿大脑认知发育

截至目前,关于添加乳脂肪球膜配料(以鞘磷脂或神经节苷脂标示)的婴幼儿配方乳粉对婴儿认知发育的影响,共检索到5项临床试验文献^[13-14, 20-24]。2014—2021年,瑞典开展的一项针对240名小于2月龄健康婴儿的临床试验发现,喂养至4月龄时,添加乳脂肪球膜配料的试验配方乳粉组(磷脂70 mg/100 mL,鞘磷脂15.75 mg/100 mL)婴儿的血浆中鞘磷脂、磷脂酰胆碱和神经酰

胺含量高于标准乳粉组(磷脂 30 mg/100 mL)^[20]。12个月时, Bayley-婴儿发育量表评价显示, 试验组评分与母乳组类似, 并显著高于普通乳粉组($P=0.008$)^[13]。6.5岁时, WISC-IV 或Brown-ADD测定评分显示: 试验组和普通乳粉组无显著差异, 试验配方乳粉组的量化行为测试评分高于儿童的正常范围^[14]。

乳脂肪球膜含有鞘磷脂及神经节苷脂等物质。2012年的一项针对110名2~8周龄婴儿的临床试验发现, 24周龄时神经节苷脂强化试验组(神经节苷脂 9 mg/100 g)婴儿的血清神经节苷脂含量和Griffiths发育评估量得分显著高于对照组(神经节苷脂 6 mg/100 g), 说明提高血清神经节苷脂水平对认知发育有益^[21]。2013年, 日本的一项针对24名低体重出生儿的临床试验表明, 鞘磷脂强化乳粉组(鞘磷脂 40 mg/100 g)和对照乳粉组(鞘磷脂 26 mg/100 g)分别喂养18个月后, 鞘磷脂强化乳粉组婴儿的BSID-II行为评分、Fagan评分和视觉诱发电位潜伏期等指标均优于对照乳粉组^[22]。2019年, 中国开展的一项多中心、双盲对照的磷脂类强化临床试验, 将451名健康足月婴儿随机分配到强化试验乳粉组(磷脂 70 mg/100 mL, 其中鞘磷脂约 9 mg/100 mL, 神经节苷脂约 1 mg/100 mL)和标准乳粉对照组, 在第365天的Bayley-III测试中, 试验乳粉组的平均认知、语言和运动得分更高($P<0.001$); 两组婴儿在第545天的神经发育结果中虽无显著差异, 但试验乳粉组的婴儿的MacArthur-Bates沟通发展量表得分更高^[23]。2021年, 中国开展一项针对212名小于14日龄健康婴儿的前瞻性多中心临床试验, 结果发现喂养至4月龄时试验乳粉组(鞘磷脂含量为 92.2 mg/100 g, 神经节苷脂含量为 17.9 mg/100 g)婴儿的血清神经节苷脂水平高于标准乳粉组($P=0.025$); 6月龄时Bayley-III量表评估发现: 试验乳粉组婴儿神经发育情况明显好于标准乳粉组, 与母乳组无显著性差异; 12月龄时试验乳粉组婴儿的短期记忆明显高于标准乳粉组^[24]。

综合现有研究, 与不添加乳脂肪球膜配料的婴幼儿配方乳粉相比, 含有乳脂肪球膜配料及强化特征性脂类的婴幼儿配方粉(鞘磷脂含量 9 mg/100 mL 或者 40~92.2 mg/100 g, 神经节苷脂含量

1 mg/100 mL 或者 9~17.9 mg/100 g)可增加血清鞘磷脂和神经节苷脂含量, 具有提高婴儿认知水平的作用。

5 临床研究表明添加乳脂肪球膜配料的婴幼儿配方乳粉可增强婴儿免疫力

6项临床试验显示: 补充乳脂肪球膜配料(以乳脂球膜蛋白标示)的婴配粉能改善婴幼儿营养状况, 提高免疫力^[23, 25-29]。中国开展的一项针对499名6~11月龄健康婴儿临床试验表明, 持续6个月补充乳脂肪球膜配料(乳脂肪球膜蛋白质添加量 4.2 g/d)可以改善微量营养素状况, 调节代谢, 增强免疫力^[25]。中国进行的一项针对789名(21±7)日龄足月婴儿的随机双盲对照试验表明, 乳脂肪球膜蛋白质补充组(补充乳脂肪球膜蛋白质 3.08 g/d)血液中炎症因子水平更接近母乳喂养组^[26]。瑞典针对200名足月婴儿, 从2月龄持续喂养至6月龄的临床试验结果表明, 添加乳脂肪球膜乳粉组(乳脂肪球膜蛋白质添加量 0.42 g/d)婴儿的急性中耳炎发病率显著低于标准乳粉组, 与母乳喂养组无显著差异^[27]。在中国开展另一项针对600名婴儿从(21±7)日龄持续喂养至4月龄的随机双盲对照临床试验发现, 添加乳脂肪球膜配料的婴配粉组(乳脂肪球膜蛋白质添加量 3.08 g/d)婴儿的腹泻和发烧次数、发烧时间、上呼吸道感染次数和就诊次数均与母乳组接近^[28]。2019年, 中国开展了一项多中心、双盲对照临床试验, 将451名健康足月婴儿随机分配到试验乳粉组(乳脂肪球膜蛋白质添加量 2.85~3.3 g/d)和标准乳粉对照组, 结果试验乳粉组婴幼儿在545 d的试验中发生呼吸相关的不良疾病和腹泻的概率显著低于标准乳粉对照组^[23]。此外, 在墨西哥开展的一项针对200名婴儿的假设和验证性试验证实: 乳脂肪球膜中乳脂球表皮生长因子8(MFG-E8)浓度与婴儿对轮状病毒感染的保护作用之间存在正相关关系^[29]。

临床试验结果表明^[23, 25-29], 与不添加乳脂肪球膜配料的婴幼儿配方乳粉相比, 添加乳脂肪球膜配料(乳脂肪球膜蛋白质含量 0.42~4.2 g/d)的婴幼儿配方乳粉可以提高婴儿的免疫力, 降低炎症发病率和就诊次数。

我国自2016年开始推出含有乳脂肪球膜的

婴幼儿配方乳粉产品。有别于普通乳清蛋白粉,富含乳脂肪球膜的乳清蛋白粉不仅为婴幼儿配方乳粉中蛋白质的主要来源,还能够提供更为丰富的脂类物质。这种添加富含乳脂肪球膜的乳清蛋白粉的婴幼儿配方乳粉的磷脂组成比例与母乳更接近。

6 建议

乳脂肪球膜及其配料组成复杂,目前尚缺乏统一的质量标准体系。其检测方法,特别是膜蛋白的检测方法尚不成熟。我国尚不具备规模化生产乳脂肪球膜相关配料的条件,相关产品仍依赖进口。我国应加强乳脂肪球膜配料及主要特征成分检测方法、产品质量控制、营养功能与临床研究。政府部门、食品科技界及产业界也应加强对乳脂肪球膜及其配料的认知,助推我国婴幼儿配方食品产业健康发展。

致谢:

参与讨论和编写共识的专家(按姓氏汉语笔画排序):

王兴国 江南大学食品学院
 韦伟 江南大学食品学院
 乌日娜 沈阳农业大学食品学院
 朱雪梅 大连工业大学食品学院
 任发政 中国农业大学营养与健康研究院
 刘璐 东北农业大学食品学院
 苏宜香 中山大学公共卫生学院
 李宁 国家食品安全风险评估中心
 李斐 上海交通大学医学院
 张波 南方医科大学公共卫生学院
 张丽娜 江南大学食品学院
 陈铮 中国食品科学技术学会
 罗洁 湖南农业大学食品科学技术学院
 周鹏 江南大学食品学院
 赵谋明 华南理工大学食品科学与工程学院
 姜毓君 东北农业大学食品学院
 韩军花 中国农业大学营养与健康研究院
 工作组秘书:
 罗江钊 中国食品科学技术学会
 张悦 中国食品科学技术学会

参 考 文 献

- [1] 张波, 苏宜香, 杨玉凤. 乳脂肪球膜与婴幼儿脑发育及健康的研究进展[J]. 中国儿童保健杂志, 2016, 24(1): 43-47.
ZHANG B, SU Y X, YANG Y F. Research progress of milk fat globular membrane and infant brain development and health[J]. Chinese Journal of Child Health Care, 2016, 24(1): 43-47.
- [2] WEI W, JIN Q Z, WANG X G. Human milk fat substitutes: Past achievements and current trends[J]. Progress in Lipid Research, 2019, 74: 69-86.
- [3] 王紫薇, 罗洁, 彭海鑫, 等. 乳脂肪球膜的研究进展[J]. 中国奶牛, 2014(18): 34-39.
WANG Z W, LUO J, PENG H X, et al. A review of developments in milk fat globule membrane[J]. China Dairy Cattle, 2014(18): 34-39.
- [4] 李晓东, 潘悦, 刘璐, 等. 乳脂肪球膜的特性、开发及在模拟母乳脂肪球结构中的应用[J]. 食品科学, 2021, 42(21): 372-379.
LI X D, PAN Y, LIU L, et al. Characteristics and development of milk fat globule membrane and its applications in simulating human milk fat globule structure[J]. Food Science, 2021, 42(21): 372-379.
- [5] PHAN T T, LE T T, VAN DER MEEREN P, et al. Comparison of emulsifying properties of milk fat globule membrane materials isolated from different dairy by-products[J]. Journal of Dairy Science, 2014, 97(8): 4799-4810.
- [6] LOPEZ C, CAUTY C, GUYOMARCH F. Unraveling the complexity of milk fat globules to tailor bioinspired emulsions providing health benefits: The key role played by the biological membrane[J]. European Journal of Lipid Science and Technology, 2019, 121(1): 1800201.
- [7] 张雪, 杨洁, 韦伟, 等. 乳脂肪球膜的组成、营养及制备研究进展[J]. 食品科学, 2019, 40(1): 292-302.
ZHANG X, YANG J, WEI W, et al. Recent advances in composition, nutrition and preparation of milk fat globule membrane[J]. Food Science, 2019, 40(1): 292-302.
- [8] JIANG C Y, CHEONG L Z, ZHANG X, et al. Dietary sphingomyelin metabolism and roles in gut health and cognitive development[J]. Advances in

- Nutrition, 2021, 13(2): 474–491.
- [9] BREIJ L M, ABRAHAMSE –BERKEVELD M, VANDENPLAS Y, et al. An infant formula with large, milk phospholipid-coated lipid droplets containing a mixture of dairy and vegetable lipids supports adequate growth and is well tolerated in healthy, term infants[J]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2019, 109(3): 586–596.
- [10] LEE H, SLUPSKY C M, HECKMANN A B, et al. Milk fat globule membrane as a modulator of infant metabolism and gut microbiota: A formula supplement narrowing the metabolic differences between breastfed and formula-fed infants[J]. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2021, 65(3): e2000603.
- [11] JARAMILLO –OSPINA A M, TORO –CAMPOS R, MURGUIA –PENICHE T, et al. Added bovine milk fat globule membrane in formula –Growth, body composition and safety through age two: An RCT: Growth, body composition and safety in formula fed infants[J]. *Nutrition*, 2022, 97: 111599.
- [12] BILLEAUD C, PUCCIO G, SALIBA E, et al. Safety and tolerance evaluation of milk fat globule membrane-enriched infant formulas: A randomized controlled multicenter non-inferiority trial in healthy term infants[J]. *Clinical Medicine Insights: Pediatrics*, 2014, 8: S16962.
- [13] TIMBY N, DOMELLÖF E, HERNELL O, et al. Neurodevelopment, nutrition, and growth until 12 mo of age in infants fed a low-energy, low-protein formula supplemented with bovine milk fat globule membranes: A randomized controlled trial[J]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2014, 99(4): 860–868.
- [14] TIMBY N, ADAMSSON M, DOMELLÖF E, et al. Neurodevelopment and growth until 6.5 years of infants who consumed a low-energy, low-protein formula supplemented with bovine milk fat globule membranes: A randomized controlled trial[J]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2021, 113(3): 586–592.
- [15] AMBROZEJ D, DUMYCZ K, DZIECHCIARZ P, et al. Milk fat globule membrane supplementation in children: Systematic review with Meta-analysis[J]. *Nutrients*, 2021, 13(3): 714.
- [16] ZAVALETA N, KVISTGAARD A S, GRAVERHOLT G, et al. Efficacy of an MFGM-enriched complementary food in diarrhea, anemia, and micronutrient status in infants[J]. *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition*, 2011, 53(5): 561–568.
- [17] VEEREMAN –WAUTERS G, STAELENS S, ROMBAUT R, et al. Milk fat globule membrane (INPULSE) enriched formula milk decreases febrile episodes and may improve behavioral regulation in young children[J]. *Nutrition*, 2012, 28(7): 749–752.
- [18] NORRIS T, SOUZA R, XIA Y Y, et al. Effect of supplementation of complex milk lipids in pregnancy on fetal growth: Results from the complex lipids in mothers and babies (CLIMB) randomized controlled trial[J]. *The Journal of Maternal-fetal & Neonatal Medicine*, 2021, 34(20): 3313–3322.
- [19] HARI S, OCHIAI R, SHIOYA Y, et al. Safety evaluation of the consumption of high dose milk fat globule membrane in healthy adults: A double-blind, randomized controlled trial with parallel group design[J]. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2015, 79(7): 1172–1177.
- [20] GRIP T, DYRLUND T S, AHONEN L, et al. Serum, plasma and erythrocyte membrane lipidomes in infants fed formula supplemented with bovine milk fat globule membranes[J]. *Pediatric Research*, 2018, 84(5): 726–732.
- [21] GURNIDA D A, ROWAN A M, IDJRADINATA P, et al. Association of complex lipids containing gangliosides with cognitive development of 6-month-old infants[J]. *Early Human Development*, 2012, 88(8): 595–601.
- [22] TANAKA K, HOSOZAWA M, KUDO N, et al. The pilot study: Sphingomyelin-fortified milk has a positive association with the neurobehavioural development of very low birth weight infants during infancy, randomized control trial[J]. *Brain & Development*, 2013, 35(1): 45–52.
- [23] LI F, WU S S, BERSETH C L, et al. Improved neurodevelopmental outcomes associated with bovine milk fat globule membrane and lactoferrin in infant formula: A randomized, controlled trial[J]. *Journal of Pediatrics*, 2019, 215: 24–31. e8.
- [24] XIA Y, JIANG B W, ZHOU L H, et al. Neurodevelopmental outcomes of healthy Chinese term infants fed infant formula enriched in bovine milk fat globule membrane for 12 months – A randomized

- controlled trial[J]. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 2021, 30(3): 401–414.
- [25] LEE H, ZAVALETA N, CHEN S Y, et al. Effect of bovine milk fat globule membranes as a complementary food on the serum metabolome and immune markers of 6–11-month-old peruvian infants[J]. *NPJ Science of Food*, 2018, 2: 6.
- [26] LI X N, PENG Y P, LI Z L, et al. Serum cytokine patterns are modulated in infants fed formula with probiotics or milk fat globule membranes: A randomized controlled trial[J]. *PLoS One*, 2021, 16(5): e0251293.
- [27] TIMBY N, HERNELL O, VAARALA O, et al. Infections in infants fed formula supplemented with bovine milk fat globule membranes[J]. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 2015, 60(3): 384–389.
- [28] LI X N, PENG Y M, LI Z L, et al. Feeding infants formula with probiotics or milk fat globule membrane: A double-blind, randomized controlled trial[J]. *Frontiers in Pediatrics*, 2019, 7: 347.
- [29] NEWBURG D S, PETERSON J A, RUIZ-PALACIOS G M, et al. Role of human-milk lactadherin in protection against symptomatic rotavirus infection [J]. *Lancet*, 1998, 351(9110): 1160–1164.

Scientific Consensus on Milk Fat Globule Membrane and Its Ingredients

(Chinese Institute of Food Science and Technology, Beijing 100048)

Abstract Objective: Whey protein powder rich in milk fat globule membrane is one of the ingredients supplied in infant formula milk powder. Based on a comprehensive analysis of the research literature on the effect of milk fat globule membrane on infant nutrition and health, relevant experts formed the ‘Scientific Consensus on Milk Fat Globule Membrane and Its Ingredients’. Methods: Organizing relevant experts from both scientific and industrial fields. The consensus was carried out with literature search and symposiums. Results: The milk fat globule membrane is a complex three-layer phospholipid protein membrane composed of polar lipids, cholesterol and proteins, envelopes on the surface of milk fat globules. Sphingomyelin and gangliosides are the characteristic lipids of the milk fat globule membrane ingredients. Its safety and tolerability have been demonstrated in clinical trials. The existing researches have shown that infant formula milk powder supplied in milk fat globule membrane ingredients can promote the cognitive development of the infant’s brain and enhance infant’s immunity. At present, there is no quality standard for milk globule membrane ingredients manufacturers. The components of milk fat globule membrane related ingredients are complex and variable and which vary greatly due to different processing methods. The analysis methods for raw materials and end products, especially for membrane proteins are not well developed. The analysis methods of milk fat globule membrane ingredients and their main characteristic components, the quality control of products, the study about nutritional functions and clinical trials should be strengthened. The government, food science & technology and industry should also strengthen the knowledge of milk fat globule membrane and its ingredients. All these effects together can promote the healthy development of the infant formula food industry in China.

Keywords milk fat globule membrane; whey protein powder; scientific consensus; infant formula milk powder; infant cognitive development; immunity