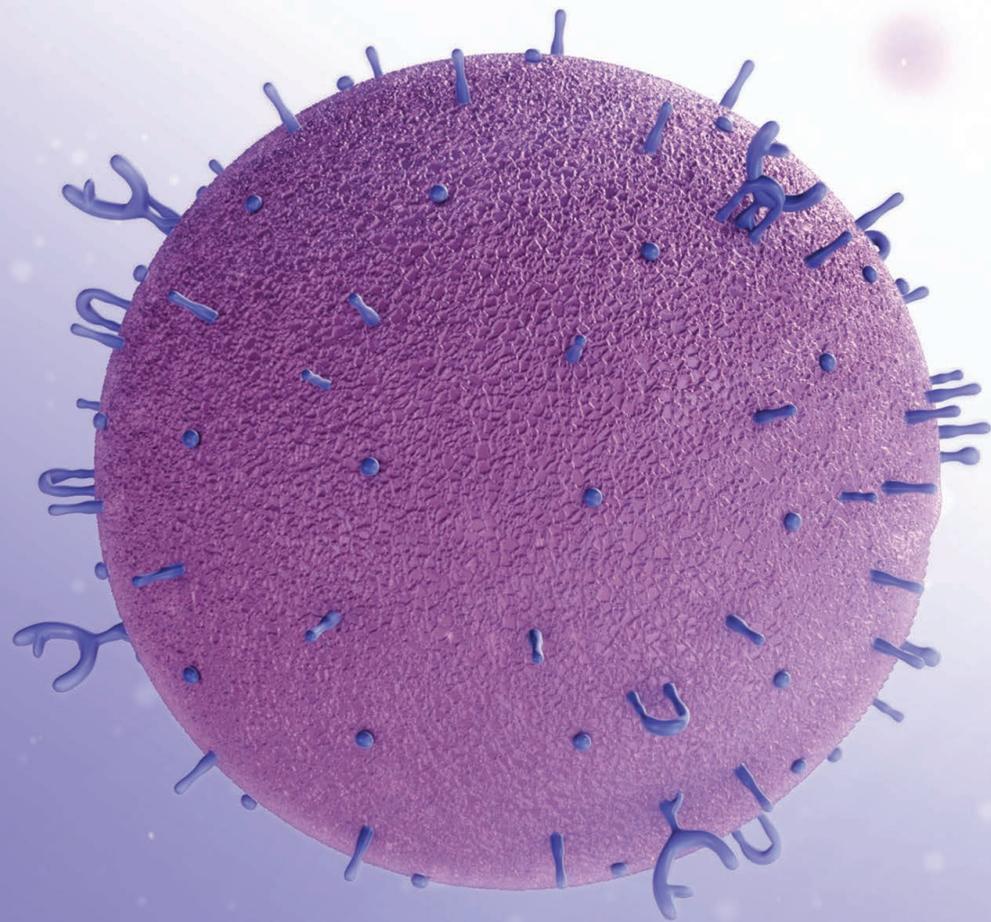


# 缩小婴儿配 方奶粉和母 乳的差距

Lacprodan<sup>®</sup> MFGM-10  
可以帮您实现



Lacprodan® MFGM-10  
– 通过最全面临床验证的乳  
脂球膜原料, 帮助缩小婴  
儿配方奶粉和母乳在成  
分和功能上的差距



母乳是最佳的喂养选择! 当我们探寻最优化的婴儿营养的时候, 母乳是自然的出发点。

母乳是为快速发育的宝宝量身定制的复杂而独特的营养来源。观察研究表明生命早期营养不仅影响短期的也影响长期的健康, 与母乳喂养相较, 配方奶粉喂养的婴儿有更高的超重的风险<sup>1</sup>, 在第一年中有更高的感染概率<sup>2</sup>, 以及较低的认识测试成绩<sup>3</sup>。因此理解并识别母乳中的关键成分是为奶粉喂养的婴儿设计最佳营养策略的关键, 从而帮助缩小母乳和婴儿配方奶粉之间的功能性差距。

和母乳相比, 配方奶粉的一个主要的营养成分的差距来自于其用的油脂。二十世纪中叶以来, 牛乳脂肪逐渐被植物油所取代, 然而理想情况是配方奶粉中两种脂肪来源都应该被包含。植物油取代乳脂的结果就是普通的配方奶粉要么含有很低浓度, 要么就完全不含有牛乳脂肪中具有生理重要性的营养成分。

这些关键的营养成分主要来自乳脂球膜(MFGM), 其主要包括磷脂和糖蛋白<sup>4</sup>。尽管牛乳和人乳的乳脂球膜有些区别, 但是总的来说牛乳的乳脂球膜包含的糖蛋白和脂肪和人乳类似, 可以添加到婴儿配方奶粉中从而更好的模拟母乳的组成和功能性。

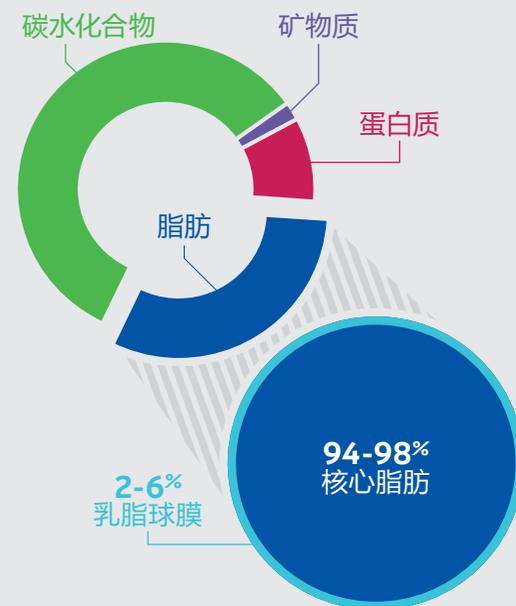
不断累积的证据表明乳脂球膜中的生物活性成分有助于成长的婴儿大脑发育以及促进肠道和免疫系统的成熟<sup>5,6</sup>。

为了将乳脂球膜再次引入到婴儿配方奶粉中, Arla食品原料公司 (AFI) 率先开发出了Lacprodan<sup>®</sup> MFGM-10, 一款纯天然的基于乳清的原料。作为和我们的客户紧密合作的成果, Lacprodan<sup>®</sup> MFGM-10是具有最全面最佳临床验证的乳脂球膜原料, 并且在婴配粉产业里拥有最悠久的历史。

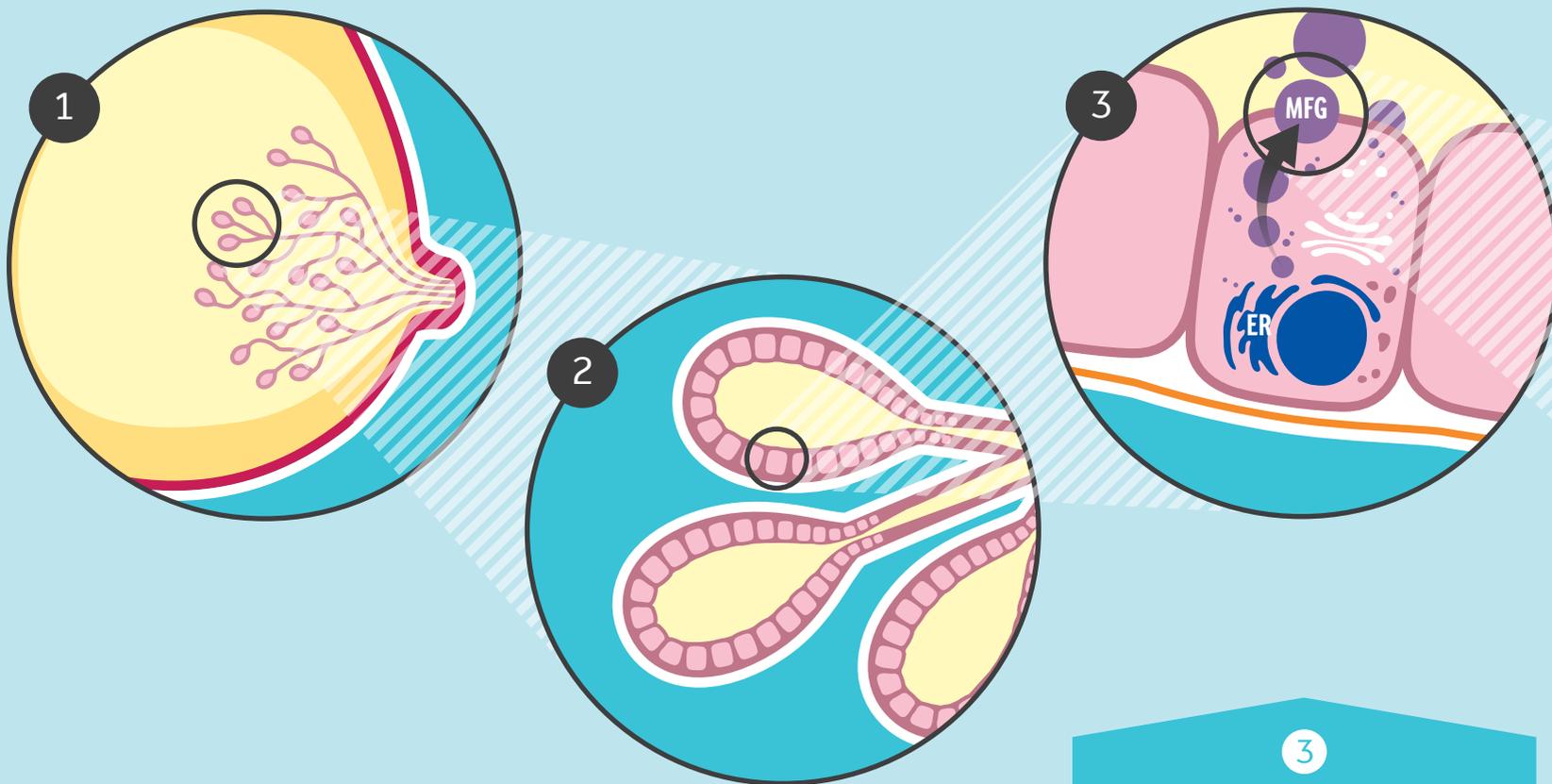
## 母乳的成分

母乳是一复杂的液体, 包含诸如乳糖、蛋白质和脂肪等宏量营养素。包裹在乳脂周围的乳脂球膜仅占乳脂肪球质量的大约2-6%<sup>4</sup>。母乳的蛋白质可以大体上分为三类: 酪蛋白, 乳清蛋白和分布在乳脂球膜中的蛋白质<sup>7</sup>。

图1: 母乳的组成<sup>4,8</sup>



# 乳脂肪球的分泌和乳脂球膜的结构



1-2

乳脂肪球由乳房中的泌乳细胞产生

3

包裹了三层磷脂膜的  
乳脂肪球(MFG) 被释放入乳汁

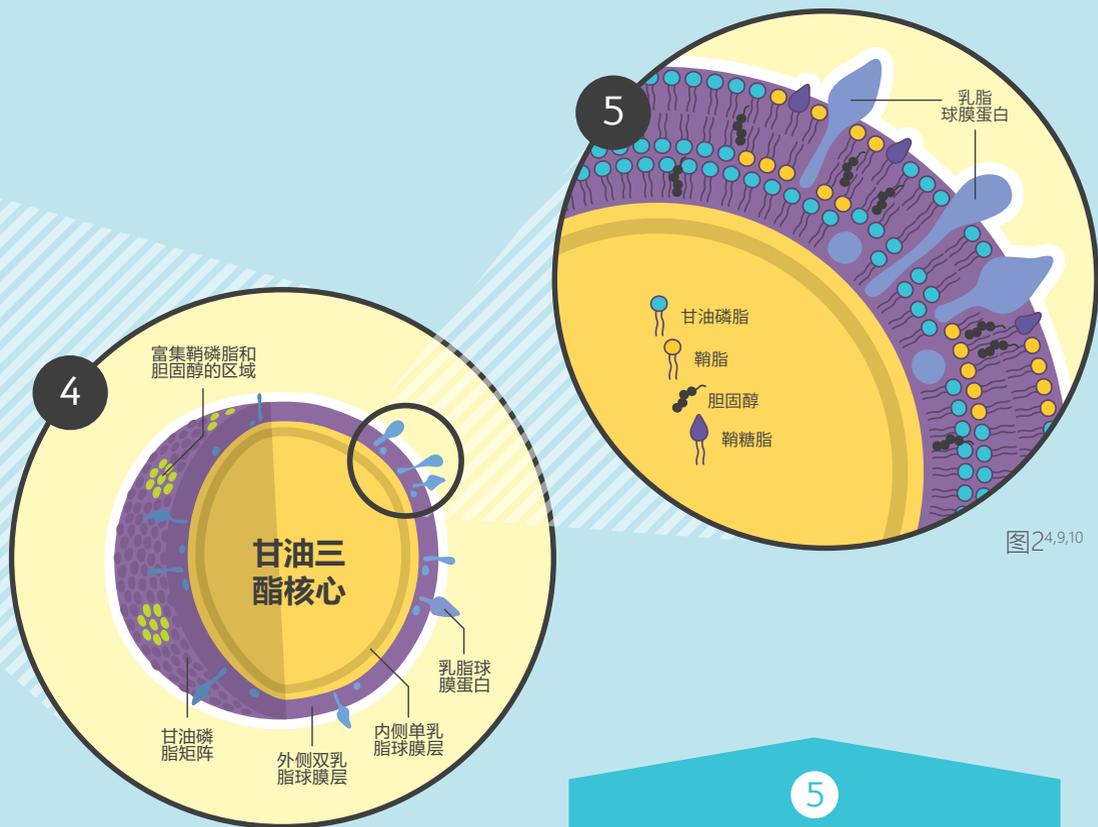


图2<sup>4,9,10</sup>

4

包裹乳脂肪球的这三层膜叫乳脂球膜

5

乳脂球膜是由磷脂，糖脂，蛋白质和糖蛋白构成的

母乳是由乳房中被称为腺泡的一小簇细胞产生的，从这里乳汁顺着通道流出直到喂给婴儿。脂肪由细胞中的内质网 (ER) 生成。泌乳细胞的内质网分泌包裹着单层磷脂膜的脂肪球到细胞质中。这些脂肪球随后被排出细胞体外，在这个过程中被另外双层质膜覆盖，从而具有三层磷脂膜。包裹着乳脂肪球的三层膜是磷脂、鞘磷脂、神经节苷脂、唾液酸、胆固醇以及包括粘蛋白、凝乳集素、嗜乳脂蛋白等在内的乳脂球膜蛋白的复杂集合体。乳脂球膜尤其富含磷脂，是牛奶中磷脂和胆固醇的主要来源，而磷脂和胆固醇是神经系统的关键构建元素<sup>4,11</sup>。

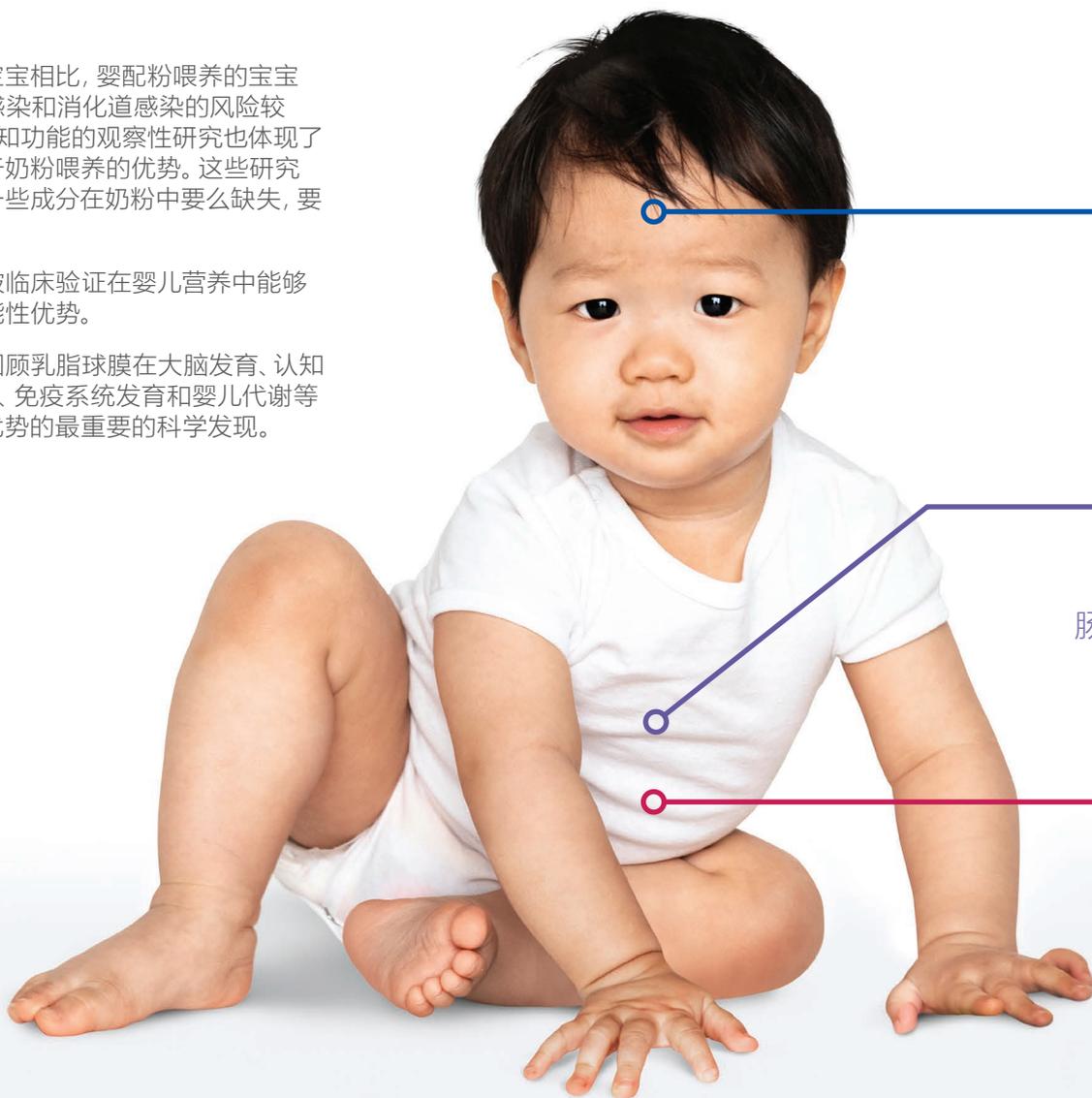
除了乳脂球膜中的成分，脂肪球的尺寸似乎也比较重要。母乳中脂肪的组成和结构影响着脂肪的消化、吸收和代谢。目前的数据显示脂肪结构在改进配方奶粉的膳食脂肪质量时也应该被考虑<sup>12</sup>。

# 缩小婴儿配方奶粉和母乳在功能上的差距

与母乳喂养的宝宝相比，婴配粉喂养的宝宝发生下呼吸道感染和消化道感染的风险较高。针对婴儿认知功能的观察性研究也体现了母乳喂养相对于奶粉喂养的优势。这些研究表明母乳中的一些成分在奶粉中要么缺失，要么含量很低。

乳脂球膜已经被临床验证在婴儿营养中能够提供显著的功能性优势。

下面的三章将回顾乳脂球膜在大脑发育、认知功能、肠道健康、免疫系统发育和婴儿代谢等方面的功能性优势的最重要的科学发现。



大脑发育和认知功能



肠道健康和免疫系统发育



代谢



# 支持生命早期的神经发育和认知能力

不断增加的研究揭示了乳脂球膜在婴儿大脑发育过程中的作用。一个瑞典的前瞻性双盲随机临床实验 (TUMME) 调查了给婴儿喂食添加了 Lacprodan® MFGM-10 且具有低能量和蛋白密度的配方奶粉的效果。这个临床研究包含了160名健康的奶粉喂养的和80名母乳喂养的小于两个月月龄的婴儿。奶粉喂养的婴儿被随机分到普通奶粉组或添加了 Lacprodan® MFGM-10 的奶粉组 (添加量大约6克/升配粉), 喂养过程持续到六个月月龄<sup>13</sup>。

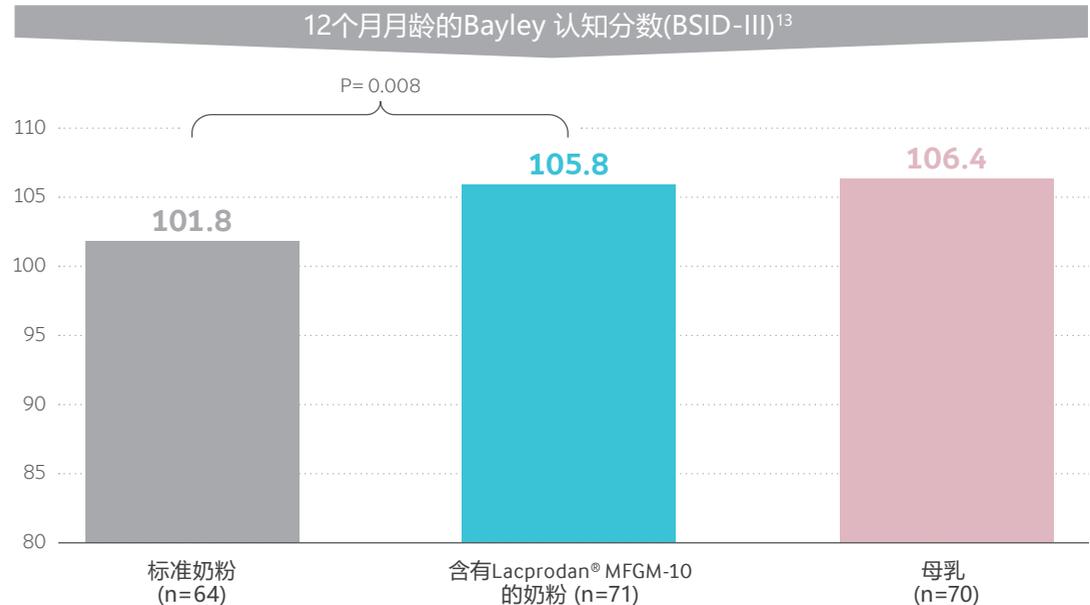
下表列出了临床实验中两款配方奶粉的成分<sup>13</sup>。

| 宏量营养素含量 每100毫升 | 含有 Lacprodan® MFGM-10 的奶粉 (n=80) | 标准奶粉 (n=80) |
|----------------|----------------------------------|-------------|
| 能量 (千卡)        | 60                               | 66          |
| 蛋白质 (g)        | 1.20                             | 1.27        |
| 碳水化合物/乳糖 (g)   | 6.0                              | 7.4         |
| 脂肪 (g)         | 3.5                              | 3.5         |
| 胆固醇 (毫克)       | 8                                | 4           |
| 磷脂 (毫克)        | 70                               | 30          |

两组婴儿在认知发育方面的差异通过在十二个月月龄的时候测试 Bayley Scale of Infant Development (BSID-III) 得出。相比于对照组的婴儿, 添加了 Lacprodan® MFGM-10 的奶粉组的婴儿在认知分数上有显著的4.0分的提高。

服用添加了 Lacprodan® MFGM-10 的奶粉的婴儿在12个月月龄的认知表现和母乳喂养参考组的婴儿相似。

这个结果表明在婴儿配方奶粉中添加 Lacprodan® MFGM-10 有助于缩小奶粉喂养婴儿和母乳喂养婴儿在认知发育上的差距, 这也印证了磷脂, 神经节苷脂和鞘磷脂在认知发育中的重要作用<sup>13</sup>。





另一个在中国进行的包括451个婴儿的双盲临床实验调查了一款添加了Lacprodan® MFGM-10和乳铁蛋白的奶粉。该研究显示喂养这款奶粉的婴儿在4个月的时候在ASQ\*发育分数上获得了更好的成绩,并且在12个月的时候在认知、语言和运动技能发育 (BSID-III) 和注意力\*\*等方面表现更好<sup>14</sup>。另外几个婴儿临床研究也证明了添加各种来源的乳脂球膜或者磷脂对于足月出生婴儿<sup>15</sup>或者低出生体重婴儿<sup>16</sup>的神经行为发育有积极的影响。

在一些老鼠实验中,研究者进一步探索了在临床研究中Lacprodan® MFGM-10表现出的对认知的积极影响背后的机理。这些试验提供了相关证据支持Lacprodan® MFGM-10能影响:

- 大脑中诸如脑源性神经营养因子 (BDNF) 基因的差异表达<sup>17,18</sup>
- 大脑磷脂和代谢产物组成的改变<sup>19</sup>
- 诸如耳朵和脾轮振跳和悬崖回避等发育参数<sup>19</sup>

这些基于啮齿动物的实验表明添加Lacprodan® MFGM-10有助于这些动物的大脑和反射发育,使其和母乳喂养的动物接近。

最后,在一个猪幼崽模型中测试了一款包含Lacprodan® MFGM-10和乳铁蛋白的奶粉,结果发现和对照组相比,实验组在BDNF基因的表达、皮质组织浓度和内囊的微结构成熟等方面的优势性,表明了这些实验小猪的发育优越于对照小猪<sup>20</sup>。

不断增加的临床和预临床研究文献持续地揭示了Lacprodan® MFGM-10的功效。所有基于Lacprodan® MFGM-10的临床研究都支持其在生命早期的神经发育和认知能力方面发挥了积极影响。



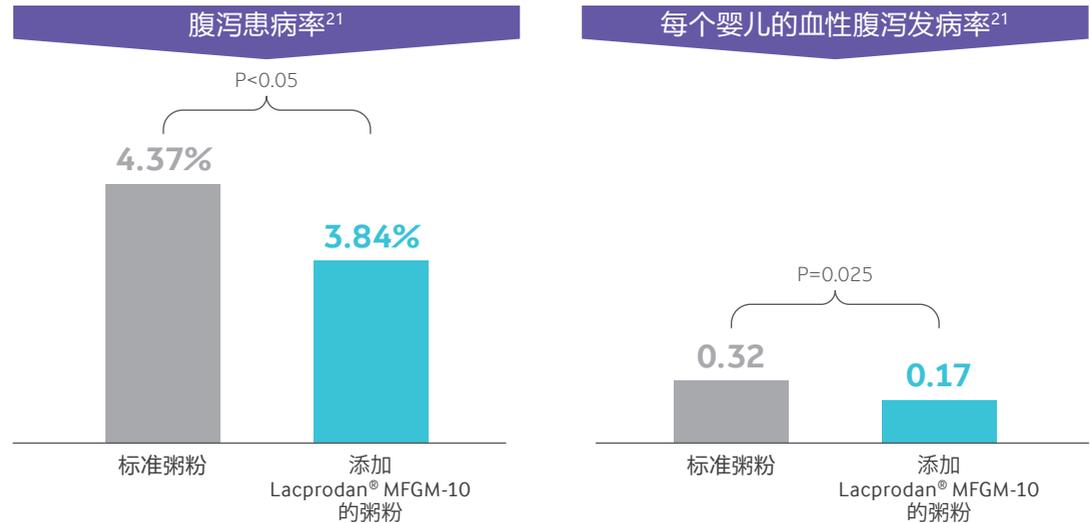
# 降低腹泻和急性中耳炎的发病率 以及减少退烧药的使用

不断增加的证据表明在婴儿成长过程中乳脂球膜有利于肠道的发育和成熟，并具有免疫调节作用。550名秘鲁城市周边的6到11个月大的健康婴儿参与了一个随机双盲对照实验，在为期六个月的干预过程中，婴儿每天被喂食两份含有Lacprodan® MFGM-10或脱脂奶粉的20克的粥粉。除了蛋白质来源，两种粥粉的其他成分一致<sup>21</sup>。

Composition of the powder products and number of infants finishing the study<sup>21</sup>.

|         | 测试组粥粉<br>(n=253)   | 标准粥粉<br>(n= 246) |
|---------|--------------------|------------------|
| 粥粉蛋白来源  | Lacprodan® MFGM-10 | 脱脂奶粉             |
| 添加量     | 15%的蛋白质由MFGM-10提供  | 15%的蛋白质由脱脂奶粉提供   |
| 维生素&矿物质 | 1 RDA              | 1 RDA            |

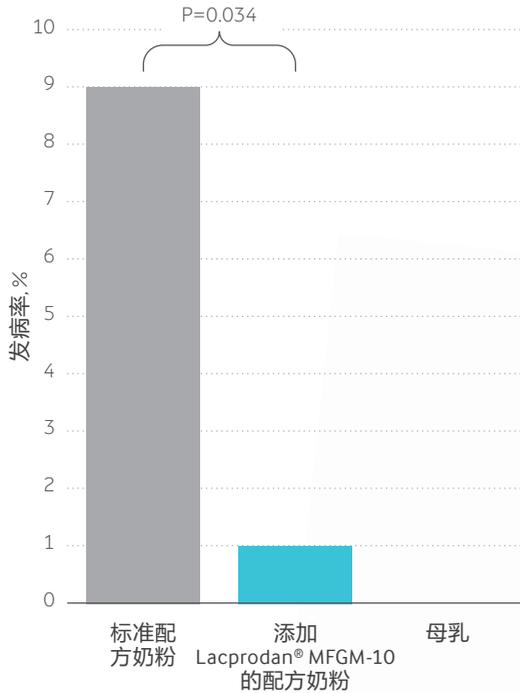
该临床研究发现实验组中6个月月龄之后的婴儿的腹泻的几率显著降低，而这个保护作用并不针对某种特定致病病原体。并且在调整协变量后发现Lacprodan® MFGM-10降低了血性腹泻的发病率<sup>21</sup>。



上述临床实验中被观察到的积极作用背后的机理进一步在老鼠实验中进行验证。总的来说，这个实验显示添加Lacprodan® MFGM-10能够促进肠道上皮细胞的发育，影响肠道菌群，并能抵抗有害的肠道刺激物<sup>22</sup>。另外，在几个实验中，一款含有Lacprodan® MFGM-10和乳铁蛋白的奶粉在老鼠和猪模型上被发现能够促进肠道成熟和调制菌群组成<sup>23,24</sup>。



### 急性中耳炎发病率<sup>25</sup>



在瑞典进行的TUMME婴儿临床研究中,对免疫力的调控影响也进行了观察。总的来说,该实验表明,和对照组相比,在奶粉中添加Lacprodan® MFGM-10能够降低婴儿急性中耳炎的发生概率并减少退烧药的使用。

两组婴儿血清中肺炎链球菌特异性IgG的浓度也有差异,说明乳脂球膜对体液免疫系统具有免疫调节效果<sup>25</sup>。最后,一些研究对比了两组奶粉喂养婴儿的口腔菌群,未发现其对种群丰富度的影响,但是确认了某细菌种群和某个奶粉组显著相关,比如在添加Lacprodan® MFGM-10的奶粉组中粘膜炎莫拉氏菌的水平更低。更低水平的粘膜炎莫拉氏菌可能和实验组中降低的中耳炎发病率相关<sup>26</sup>。

此外,在另外一些调查磷脂的婴儿和儿童临床双盲随机实验中<sup>27-29</sup>,其在减少发烧天数上的积极影响也在其中一个临床试验中被验证<sup>27</sup>。

乳脂球膜不仅潜在地贡献了磷脂和免疫因子,而且贡献了诸如外泌体的细胞外囊泡(EVs)。和具有三层磷脂膜的脂肪球相比,EVs具有双层磷脂膜。这些小的囊泡介入细胞间通信,并且搭载细胞内细胞器之间的信号分子比如miRNA, mRNA和蛋白质。这些膜囊泡由大部分的细胞积极地分泌,并存在于包括母乳的大部分体液中<sup>30</sup>。EVs被认为介入发育和免疫调节过程<sup>31</sup>。母乳中外泌体的功能包括调控免疫应答和炎症。最近,它们也被发现能促进肠道上皮细胞生长<sup>32</sup>。





# 在调控婴儿代谢方面发挥作用

另外几个研究和发表的文献探索了Lacprodan® MFGM-10对于血清代谢组, 脂质组和心血管疾病风险等方面的影响。

母乳含有大约15毫克/100毫升的胆固醇<sup>33</sup>, 而配方奶粉只含有大约2.5毫克/100毫升<sup>34</sup>。母乳喂养的婴儿因此从一开始就具有更高的总血清胆固醇。在童年期, 母乳和奶粉喂养的婴儿的总血清胆固醇含量类似, 而成年后母乳喂养的婴儿却含有更低的总血清胆固醇。因此心血管疾病风险标记物在瑞典的TUMME研究<sup>35</sup>中也是一个关注点。

和对照组相比, 添加Lacprodan® MFGM-10的实验组具有更高的血清胆固醇浓度, 达到了母乳组的水平。随着时间的推移, 这可能会降低奶粉喂养的宝宝较高的长期心血管疾病风险<sup>35</sup>。此外, 添加Lacprodan® MFGM-10的实验组婴儿的血清/血浆脂质组和红血球细胞膜也和对照组的婴儿有所差异。添加Lacprodan® MFGM-10对脂质组的这个影响可能部分解释了之前在这个实验组中发现的Lacprodan® MFGM-10对于认知和免疫的积极作用<sup>36</sup>的原因。

血清和血浆中饮食产生的代谢影响也被进行了研究。其中一个主要的发现就是服用添加Lacprodan® MFGM-10的奶粉的实验组婴儿相比于对照组婴儿具有更高的脂肪酸氧化产物水平。此外, 添加乳脂球膜似乎能够使奶粉喂养的婴儿循环溶血磷脂达到类似母乳喂养的婴儿的水平。最后, 尽管不是很显著, 但服用添加了Lacprodan® MFGM-10的奶粉的婴儿在代谢方面的某些指标和母乳喂养的婴儿更加接近<sup>37</sup>。

秘鲁的婴儿临床研究之后, 类似的侧重于感染性腹泻的研究也被进行。在勉强滋养的婴儿中, 血清代谢组学数据和微量营养素状态以及人体测量学数据被进行了比较。从这些分析中可以看到添加Lacprodan® MFGM-10往往能改善微量营养素的状态、能量代谢和生长, 这些可以从增加的循环氨基酸和体重增长中得到体现<sup>38</sup>。

这些发现共同表明Lacprodan® MFGM-10可能在引导婴儿代谢方面发挥了作用。



# 乳脂球膜, 一个多功能的且被消费者认可的原料, 支持配方奶粉产品最受欢迎的健康声明



消化/肠道健康, 大脑健康和免疫系统健康一直占据2013到2018年间所发布产品的健康声明前三名<sup>39</sup>, 而Lacprodan® MFGM-10能够支持这三个最受欢迎的健康声明。由于近期乳脂球膜产品在市场里的关注, 婴儿配方奶粉生产商能够通过添加乳脂球膜差异化其产品, 同时目前您仍有机会作为市场先入者而受益。



图3: 发布的产品中包含乳脂球膜的市场<sup>39</sup>

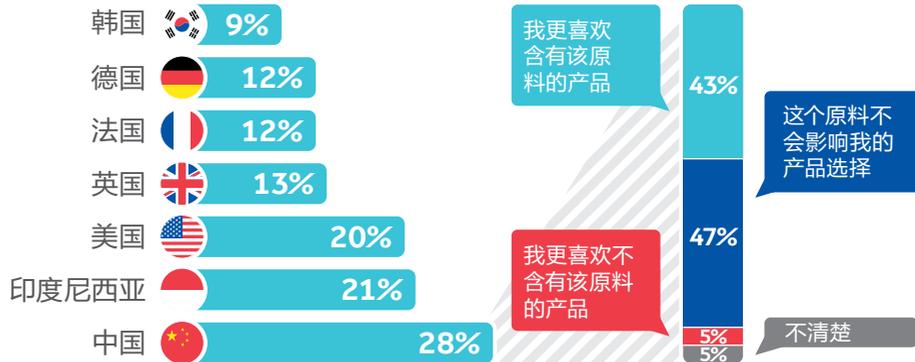


- |      |     |
|------|-----|
| 保加利亚 | 墨西哥 |
| 中国   | 挪威  |
| 哥伦比亚 | 巴拿马 |
| 捷克   | 秘鲁  |
| 丹麦   | 菲律宾 |
| 厄瓜多尔 | 俄罗斯 |
| 萨尔瓦多 | 韩国  |
| 芬兰   | 西班牙 |
| 香港   | 瑞典  |
| 拉脱维亚 | 泰国  |
| 立陶宛  | 美国  |
| 马来西亚 | 越南  |

图4: 听说过或者了解乳脂球膜的怀孕妇女和妈妈的比例<sup>40</sup>

一个最近的涉及5500名妈妈、横跨7个国家的调研<sup>40</sup>显示, 尽管乳脂球膜在婴儿奶粉中是一个相对新的原料, 在被调查的国家却有20%的妈妈知道它。

而了解乳脂球膜的妈妈也认可它。例如, 43%了解乳脂球膜的中国妈妈希望婴儿/宝宝配方奶粉能够含有乳脂球膜<sup>40</sup>。

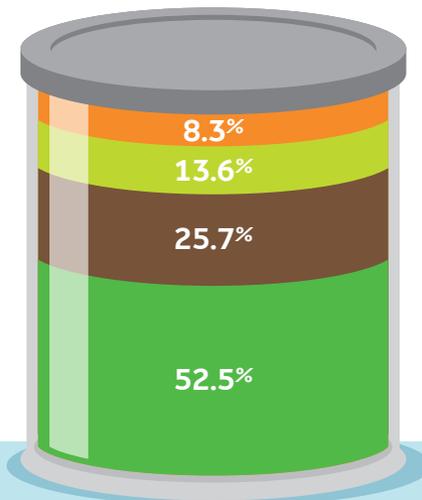


# Lacprodan® MFGM-10使婴配粉更接近母乳

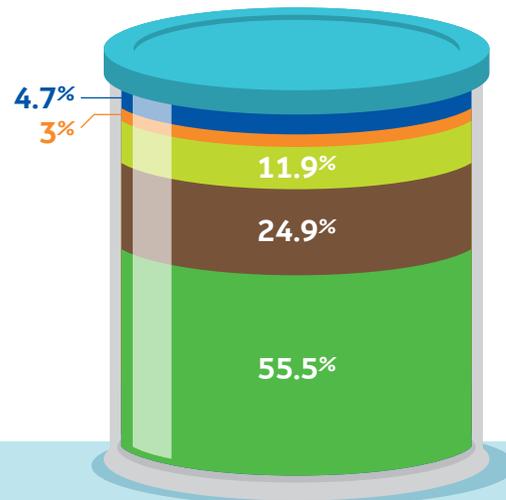
母乳  
(目标)



标准1  
段奶粉



添加Lacprodan® MFGM-10  
的奶粉



蛋白质-能量比

大约 **1.67 g**  
/100 千卡

**2.20 g**  
/100 千卡

**1.94 g**  
/100 千卡

磷脂含量  
(毫克/升)

**350**

160

**483**

■ 乳糖    ■ 脱脂奶粉    ■ Lacprodan® MFGM-10  
■ 油    ■ WPC80

注意: 两款配方的乳清蛋白: 酪蛋白比例为65: 35

## 添加Lacprodan® MFGM-10的好处

- 高磷脂含量
- 添加了生物活性成分
- 优化的蛋白质含量
- Lacprodan® MFGM-10添加量基于临床实验中被证实有效的剂量

# Lacprodan® MFGM-10: 帮助您缩小婴儿配方奶粉和母乳在功能和组成上差距的下一代原料

## 原生的乳脂球膜原料

Lacprodan® MFGM-10是第一款在全球婴儿奶粉市场投放的乳脂球膜原料。我们的原料得到了最久的市场应用的验证, 和最全面有说服力的临床研究的支持。

在开发Lacprodan® MFGM-10的过程中, Arla食品原料公司通过避免过度热处理以及使用温和的膜分离工艺浓缩乳脂球膜成分, 从而不遗余力地保留其中的生物活性成分。生产Lacprodan® MFGM-10所消耗的原料量是生产标准浓缩乳清蛋白的3-4倍。

## 产品特性

Lacprodan® MFGM-10是富含和乳脂相关的生物活性成分和蛋白质成分的浓缩乳清蛋白。这款原料使得在认知发育和抵抗感染方面强化婴儿配方奶粉成为可能。

几个随机双盲临床实验已经表明, 添加Lacprodan® MFGM-10具有很好的口服耐受性且使用安全<sup>13, 14, 21, 29</sup>。





## 文献

1. Owen et al. 2005. *Pediatrics* 115: 1367-1377.
2. Ip et al. 2009. *Breastfeed Med.* 4: S17-30.
3. Anderson et al. 1999. *Am. J. Clin. Nutr.* 70: 525-535.
4. Lopez & Menard 2011. *Colloids. Surf. B. Biointerfaces* 83: 29-41.
5. Hernell et al. 2016. *J. Pediatr.* 173S: S60-65.
6. Lee et al. 2018. *Front. Pediatr.* 6:313.
7. Donovan et al. 2019. *Nestle Nutr. Inst. Workshop Ser.* 90: 93-101.
8. Jensen. *Handbook of Milk composition* 1995, Academic Press, Inc.
9. Heid & Keenan 2005. *Eur. J. Cell Biol.* 84: 245-258.
10. Dewettinck et al. 2008. *Intern. Dairy J.* 18: 436-457.
11. Singh 2006. *Curr. Opin. Colloid. In. Sci.* 11: 154-163.
12. Singh & Gallier 2017. *Food Hydrocolloids.* 68: 81-89.
13. Timby et al. 2014. *Am. J. Clin. Nutr.* 99: 860-868.
14. Li et al. 2018. poster 043, *Nutrition & Growth*, Paris.
15. Gurnida et al. 2012. *Early. Hum. Dev.* 88: 595-601.
16. Tanaka et al. 2013. *Brain Dev.* 35: 45-52.
17. Brink & Lönnerdal 2018. *J. Nutr. Biochem.* 58:131-137.
18. Brink & Lönnerdal. 2019. *J. Nutr. Biochem.* In Press.
19. Moukarzel et al. 2018. *Sci. Rep.* 8: 15277.
20. Mudd et al. 2016. *Front. Pediatr.* 4: 4.
21. Zavaleta et al. 2011. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 53: 561-568.
22. Bhinder et al. 2017. *Sci. Rep.* 7: 45274.
23. Berdinger et al. 2016. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 63: 688-697.
24. Thompson et al. 2017. *Front. Behav. Neurosci.* 10: 240.
25. Timby et al. 2015. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 60: 384-389.
26. Timby et al. 2017. *Plos one* 12: e0169831.
27. Veereman-Wauters et al. 2012. *Nutrition* 28: 749-752.
28. Poppitt et al. 2014. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 59: 167-171.
29. Billeaud et al. 2014. *Clin. Med. Insights Pediatr.* 8: 51-60.
30. Zempleni et al. 2017. *J. Nutr.* 147: 3-10.
31. de la Torre Gomez et al. 2018. *Front. Genet.* 9:92.
32. Hock et al. 2017. *J. Pediatr. Surg.* 52: 755-759.
33. Berger et al. 2000. *J. Ped. Gastro. Nutr.* 30: 115-130.
34. Claumarchirant et al. 2015. *J. Agric. Food Chem.* 63: 7245-7251.
35. Timby et al. 2014. *Pediatr. Res.* 76: 394-400.
36. Grip et al. 2018. *Pediatr. Res.* 84: 726-732.
37. He et al. 2019. *Sci. Rep.* 9: 339.
38. Lee et al. 2018. *npj Science of Food* 2: doi:10.1038/s41538-018-0014-8.
39. Innova Research, 2019.
40. Mothers' preferences for infant/baby formulas, and knowledge of/attitudes towards ingredients, YouGov & Arla Foods Ingredients, 2018.

# 为什么选择Arla食品原料公司?

## 国际领先的天然乳清 解决方案供应商

- 世界上第一个乳脂球膜的大规模商业化生产商
- 世界上最大的乳脂球膜、分离乳清蛋白、水解乳清蛋白、乳清蛋白分提和乳糖的生产商之一
- 自1980年起开始生产乳清蛋白
- 最先进的生产设施, 并可为客户定制产品

## R&D深入我们的DNA

- 拥有最全面临床验证的乳脂球膜产品应用于婴幼儿营养市场
- 丹麦员工有超过15%的人员是研发人员
- 和世界顶级大学合作
- 临床和研究数据
- 两大洲都有产品应用开发中心

## 从工厂设计开始保证 优异的产品质量

- 我们的工厂立足于最严格的质量和食品安全标准
- 高品质原料
- 犹太和清真认证
- 不含胭脂红
- 不含GMO
- 素食

## 你能够信赖的业务伙伴

- 应用支持
- 业务发展支持
- 深度营养研究和配方支持
- 技术知识帮助产品在客户生产线上应用

Arla食品原料中国公司  
中国北京市西城区西直门南大街2号成铭大厦C座  
1103室 (邮编100035)

赵田

邮箱: tian.zhao@arlafoods.com

电话: 0086-1066001580



关注Whey&Protein Blog  
上最新的乳清原料新闻:

[www.arlafoodsingredients.com/the-whey-and-protein-blog](http://www.arlafoodsingredients.com/the-whey-and-protein-blog)

**Arla Foods Ingredients**  
Discovering the wonders of whey 