

人乳、牛乳与儿童营养

乳类是新生婴儿出生后最早接受的食物，通常主要是人乳和牛、羊乳。近年来，对人乳与婴儿营养及健康的关系进行了生理学、生物化学、免疫学以及社会学等方面的广泛研究，营养学家与儿科学家的观点渐趋一致，认为健康妇女的人乳是婴儿最理想的天然食品。但在世界各国，尤其是发达国家的人乳哺乳率仍是极低的。Fomon⁽¹⁾ 调查北美 1 月龄婴儿的人乳哺乳率为 20%，5~6 月龄降低至 5%，多数为人乳添加牛乳或完全以牛乳与其代乳品喂养。本文主要阐述人乳，牛乳及某些代乳品与婴儿营养的关系。

初乳 (Colosfrum) 和过渡期乳 (Transiflonal)

新生婴儿最初摄入的淡黄色、透明液体称为初乳，系哺乳期中乳腺最早的分泌物，出现于产后 2~5 天，总分泌量约 100 毫升。人初乳与此后的成熟乳比较，其特点为蛋白质以及钠、钾和氯化物含量高而脂肪、糖和热量低。初乳含高浓度球蛋白，其中多种为免疫球蛋白，尤其是 IgA，故对新生儿获得对某些传染病的免疫力有重要意义。初乳后的第 3~6 天为过渡期，初乳逐渐转化为乳汁成分。过渡期乳的蛋白质含量仍较高，但脂肪与糖不断增高。从初乳至过渡期乳的成分逐渐变化，对新生儿可能具有重要意义，目前尚不明确，约在此后的第 10 天开始为成熟乳 (Mafurehuman milk)。

人乳与牛乳的营养成分

成熟人乳营养成分的变异直接与个体妇女的健康程度、生理变化、膳食营养、职业、年龄、情绪、哺乳季节及哺乳期长短等各种因素有关，亦受乳汁采样方法与分析方法的影响。牛乳的成分随购自不同地区 (包括品种、饲料

不同) 而有差别。表 1 所列为健康妇女的成熟乳和同一品种中进食标准饲料时的营养素平均含量。

成熟人乳与牛乳的营养成分 表 1

	人 乳		牛 乳	
	A ⁽²⁾	B ⁽³⁾	A ⁽²⁾	B ⁽³⁾
水分(克/100毫升)	91.0	87.6	90.6	87.2
热量(卡/100毫升)	73.0	71.0	63.0	69.0
糖(克/100毫升)	7.2	7.0	4.8	4.8
蛋白质(克/100毫升)	1.1	1.2	3.4	3.3
脂肪(克/100毫升)	4.5	3.8	3.4	3.7
胆 固 醇 (毫克/100毫升)	14.6	—	14.4	—
灰分(克/100毫升)	0.2	—	0.7	—
钙(毫克/100毫升)	33.0	33.0	123.0	125.0
氯(毫克/100毫升)	43.0	—	103.0	—
镁(毫克/100毫升)	3.0	4.0	13.0	12.0
磷(毫克/100毫升)	15.0	15.0	96.0	96.0
钾(毫克/100毫升)	53.0	—	156.0	—
钠(毫克/100毫升)	18.0	—	50.0	—
铜(微克/100毫升)	40.0	24.0	30.0	60.0
铁(微克/100毫升)	30.0	21.0	50.0	100.0
锌(微克/100毫升)	180.0	160.0	390.0	380.0
抗坏血酸 (毫克/100毫升)	5.2	43.0	0.97	4.8
硫 胺 素 (毫克/100毫升)	0.15	0.016	0.04	0.044
核 黄 素 (毫克/100毫升)	0.037	0.036	0.17	0.0175
尼 克 酸 (毫克/100毫升)	0.18	0.147	0.09	0.094
泛酸(毫克/100毫升)	0.23	—	0.32	—
维生素B ₆ (毫克/100毫升)	0.01	0.01	0.04	0.064
叶酸(微克/100毫升)	5.2	2.8	5.2	2.0
维生素B ₁₂ (微克/100毫升)	0.047	0.03	0.37	0.40
维生素A(Iu)	251.0	190.0	130.0	151.0
维生素D(Iu)	2.2	22.0	42.0*	42.0
维生素E (毫克/100毫升)	—	0.66	—	0.1

* 已强化。

从不同来源的资料可见，人乳和牛乳提供的水和总热量（约70卡/100毫升）基本相同，但其热量的营养素来源有区别。人乳的蛋白质含量仅占其热量的7%，牛乳则为20%；人乳的糖占其热量的42%，牛乳则为30%；人乳和牛乳来自脂肪的热量大致上在50%左右。

人乳和牛乳的糖

乳汁中的糖类主要是乳糖，此外，尚含有微量的葡萄糖、半乳糖、氨基葡萄糖（Glucosamines）和含氮糖类。人乳中含有的一种含氮糖双因子（L-bifidns factor）为乳酸杆菌属生长所必需，其量为牛乳的40倍⁽⁴⁾。乳糖是在乳腺中由葡萄糖或糖元生成，其它食物中不存在。人乳中的乳糖含量高且较稳定，平均为 7.0 ± 0.5 克/100毫升，不受乳母膳食影响或血糖含量的变化而引起明显改变，但牛乳的含糖量则因品种、饲料的不同而有很大的差别，其平均含量不超过5克/100毫升，标准差范围大。通常在牛乳中用添加乳糖、葡萄糖、麦芽糖或糊精的方法来提高其含糖量，以符合儿童食品的特殊要求和满足婴儿的热量需要。

由于乳糖系一双糖、易消化吸收，在消化道中被乳酸链球菌或多种微生物的酶及某些微生物作用可转变成乳酸，故常用作儿童营养食品的热量来源。乳糖较其它糖类（如蔗糖、葡萄糖等）的溶解度要低，甜味差，故不易导致婴儿偏食或纵食。婴儿平衡试验结果显示，乳糖能促进钙的吸收利用。普通市售酵母不能使乳糖发酵。

人乳与牛乳中的蛋白质

人乳和牛乳的蛋白质均由酪蛋白和乳清蛋白组成，它们的乳清蛋白量相等，但牛乳所含的酪蛋白量为人乳的6~7倍。人乳的蛋白质含量平均为1.2克/100毫升。变异范围常在1~2克间；牛乳的蛋白质平均值为3.4克/100毫升，变异范围可在2~5克间。

人乳与牛乳的酪蛋白/乳清蛋白比率差别极大，前者为40:60，后者为82:18。酪蛋白在泌乳期的乳腺中产生，是一种含磷蛋白质的复合物，在电泳谱上出现三个波峰，鲜乳（pH

成熟人乳与牛乳的蛋白质组成⁽³⁾（克/100毫升）

表 2

	人乳蛋白质	牛乳蛋白质
酪蛋白(Casein)	0.4	2.8
乳白蛋白(Lactoalbumin)	0.3	0.4
乳球蛋白(Lactoglobulin)	0.2	0.2
乳清蛋白(Wheyprotein)	0.6	0.6

6.6 ± 0.2) 的主要胶体组分是酪蛋白钙的复合物，其磷来源于血液中的无机磷酸盐。人乳的酪蛋白占其总蛋白质的1/3（牛乳则高于5/6），系来自血液中的游离氨基酸，而不是来自血浆球蛋白。Begkorovaing发现人乳酪蛋白经胰酶和糜蛋白酶消化降解出的糖肽部分，可促进双叉乳杆菌的宾西法尼亚次种（Subspecies *Pennsylvanicus*）的生长，满足婴儿的酸营养⁽⁵⁾。人乳中其余的2/3（牛乳的1/6）蛋白质包括乳球蛋白、乳白蛋白、乳清蛋白和多种酶类：过氧化氢酶、过氧化物酶、淀粉酶、脂肪酶、硷性磷酸酶等。人乳中的淀粉酶特别丰富，能迅速将淀粉糊化。牛乳中的硷性磷酸酶高于人乳数十倍，另外还含有人乳所没有的醛缩酶，黄嘌呤氧化酶和凝乳酶。

乳蛋白质的消化过程是在胃内和胃液（盐酸）相混合，结果形成了由酪蛋白、钙和乳清掺合在一起的凝块。由于人乳的酪蛋白含量低，凝块呈柔软或絮状型，易被婴儿消化；新鲜牛乳则因酪蛋白含量高，形成的乳酪状坚固凝块难以消化。因此，牛乳须经匀化（Homogenization），热处理与稀释，始能防止在胃内形成坚固的凝块，改善消化性能。

人乳与牛乳的氨基酸组成（表3）也不相同，前者的色氨酸/胱氨酸比值低，适宜婴儿尤其是早产儿的低色氨酸代谢功能，后者则过高。另一方面，人乳本身的氨基酸成分也有波动。Miller等⁽⁷⁾曾用微生物法测定了产后15~362天后健康妇的乳汁必需氨基酸含量，发现有相当大的变化（表4），但计算这些氨基酸与色氨酸的比值，除了苯丙氨酸和苏氨酸外大

成熟人乳和牛乳的氨基酸组成⁽⁶⁾ (毫克%)

表 3

	人乳	牛乳	牛乳 ^(6a)	消毒牛乳	奶粉
水分*	87.6	87.3		87.3	4.0
蛋白质*	1.2	3.5		3.5	26.0
异亮氨酸	48	162	145	213	1346
亮氨酸	104	328	305	273	2526
赖氨酸	81	268	237	239	1848
蛋氨酸	19	86	88	79	657
胱氨酸	16	28	41	24	242
苯丙氨酸	41	185	150	192	1236
酪氨酸	39	163	—	175	1269
苏氨酸	53	153	142	148	1073
色氨酸	—	—	42	—	—
缬氨酸	54	199	215	246	1640
精氨酸	46	113	—	99	869
组氨酸	30	92	—	106	730
丙氨酸	41	119	—	131	873
天门冬氨酸	101	246	—	240	1995
谷氨酸	181	764	—	667	5328
甘氨酸	30	68	—	79	506
脯氨酸	85	314	—	317	2999
丝氨酸	55	199	—	186	1458

* 克%

成熟人乳蛋白质的必需氨基酸含量变化
(毫克/100毫升)

表 4

成分	变异范围	成分	变异范围
精氨酸	28-64(2.2-2.5)*	蛋氨酸	9-21(0.7-0.8)
组氨酸	16-34(1.2-1.3)	苯丙氨酸	3-58(0.2-2.2)
异亮氨酸	46-102(3.5-3.9)	苏氨酸	4-76(0.3-2.9)
亮氨酸	72-159(5.5-6.0)	色氨酸	13-26(1.0-1.0)
赖氨酸	53-104(4.1-4.0)		

* 刮弧内数值表示该氨基酸与色氨酸比值。

多数仍保持相对稳定。Soupart 等继以色谱法研究人乳的氨基酸组成,结果显示谷氨酸、丙氨酸、脯氨酸、甘氨酸和天门冬氨酸等的含量较高,发现人乳的氨基酸和氮占总氮量的88%,而相当部分的氮又起源于尿素,约占总氮的7~10%,故认为按通常的 $N \times 6.25$ 计算与蛋白质氨基酸测定结果比较,会过高估价了20%的蛋白质水平。

计算化学分得出人乳的A/T为61,新鲜牛乳为71,消毒牛乳为85,奶粉为79。除消毒牛

乳的限制氨基酸为苏氨酸外,余之者均为异亮氨酸。但早先的一些婴儿氮储留研究则认为,人乳提供的色氨酸、异亮氨酸或赖氨酸是不足的。比较人乳和牛乳的蛋白质生物学价(Biological value)相似,其范围在85~90;人乳蛋白的氨基酸指标(AA Index)为95,牛乳为90,这些结果与其氨基酸测定成分相一致。

牛乳蛋白质的营养效价常因加工过程而影响某些氨基酸的可利用率,Manron 等报导在加工过程中色氨酸、酪氨酸和蛋氨酸影响不大,但赖氨酸的破坏十分明显,结果如表5。

加工过程对牛乳的可利用赖氨酸的影响⁽⁸⁾

表 5

类 型	破 坏 (%)	失 活 (%)	变质总 (%)	可利用 (%)
鲜牛乳	0	0	0	100.0
煮沸牛乳	0	5	5	95.0
喷雾干燥牛乳A	3.6	-3.38		
喷雾干燥牛乳B	3.6	0	3.6	96.4
滚筒干燥牛乳A	13.2	20.0	38.2	66.8
滚筒干燥牛乳B	26.6	45.8	72.4	27.6
轻微烤焦的:				
蒸发乳A	—	—	23.9	76.1
蒸发乳B	8.4	11.2	19.6	80.4
合糖炼乳	4.8	-1.62	3.2	96.8

蒸发乳(或炼乳)在儿童喂养上广泛应用,赖氨酸含量比鲜牛乳约低20%。McClure 观察到滚筒法干燥奶粉有生酮特性,加入赖氨酸后可大大降低这一特性。

人乳与牛乳中的脂肪

乳类中的脂肪以大小悬殊的小球状悬浮。脂肪含量的平均值较稳定,但个体差别很大,即使用最可靠的方法采样,仍可出现1~9%的变异,以挤空法采样测定人乳脂肪量,开始量低于结束时量⁽⁹⁾。乳脂肪中的甘油三酯酸是多种脂肪酸构成的复杂混合物,以油酸和软脂酸为主。

人乳的脂肪与牛乳比较,特点是油酸比例高,短链脂酸(丁、已、辛和癸酸)较低。牛乳中脂肪的硬脂酸含量高,丁酸较多,已、辛、癸酸较少。某些含一个双键以上的脂肪酸

意义重大，Hanst n的大鼠实验证实 缺乏这些高度不饱和脂肪酸时产生皮炎、给予少量补充（亚麻二烯酸、亚麻三烯酸和花生四烯酸）迅即治愈。人乳中含有的花生四烯酸及亚麻二烯酸较牛乳低。

乳中的胆固醇含量一般处于低水平，大多数牛乳的平均值为11毫克/100毫升。脂肪酸与胆固醇均在泌乳期间在乳腺中合成。比起牛乳来，人乳为婴儿胆固醇的丰富来源。

成熟人乳和牛乳的脂肪酸含量⁽¹⁰⁾ 表 6

	人 乳	全脂牛乳
脂肪总量(克%)	4.5	3.4
脂肪酸:		
饱和的(克%)	2.09	2.14
单不饱和(克%)	1.73	0.99
多不饱和(克%)	0.52	0.12
胆固醇(毫克%)	14.6	14.4

人乳的脂肪总量略高于牛乳，且前者的脂肪球较小，婴儿摄入牛乳脂肪在粪便中的损失远较人乳多，新生儿可吸收人乳脂肪的80~90%，大多数婴儿对牛乳脂肪的吸收均低于70%。⁽¹²⁾⁽¹³⁾亚油酸（必需脂肪酸）在人乳约占其总热能的4%，牛乳仅占1%。

成熟人乳和牛乳的主要脂肪酸组分*比较⁽¹¹⁾

表 7

	人乳		全脂牛乳			人乳		全脂牛乳	
饱和脂肪酸:					不饱和脂肪酸:				
已酸(10:0)	1.5	2.5			棕榈油酸(16:1)	2.5	2.5		
亚油酸(12:0)	7.0	3.0			油酸(18:1)	36.0	26.5		
豆蔻酸(14:0)	8.5	11.0			亚油酸(18:2)	7.0	2.5		
棕榈酸(16:0)	21.0	28.0			亚油酸(18:3)				
硬脂酸(18:0)	7.0	12.5			花生酸(20:4)		微量		
花生酸(20:0)	1.0								

* 占脂肪酸的%。

婴儿通过吸吮摄入含脂量高的人乳，易于产生饱感，有助于控制食欲和防止肥胖。摄入牛乳尤其是未按标准稀释的牛乳，很难控制食欲并会形成纵食，已有资料证实长期的肥胖史较之由于体脂肪形成的肥胖更应予以重视，结

果将形成糖尿病。

人乳的胆固醇含量比牛乳或牛乳配方（Conis milk bormula）中来自植物油的胆固醇要高，由于婴儿在出生初期的脑发育快而需要高脂肪，此际摄入脂肪的量与类型对中枢神经的发育十分重要，动物实验表明，出生初期摄入高胆固醇，有利体内胆固醇生物合成酶调节机制的正常发育，特别是（ β -羟基- β -甲基戊二酰methylglufary CoAreduciase，此酶为控制血液胆固醇水平所必需。然而，只有通过长期的临床研究，才能确证婴儿期摄入高胆固醇作用如何；尽管所有儿童少年的动脉脂肪样纹（FaHy-streaking）的发生是由于膳食引起的，但是不是由于婴儿期膳食导致发展成更严重的动脉粥样化，目前还不清楚。

多不饱和的亚油酸为儿童的必需营养素，虽然花生酸具有类似的功能，但它可由亚油酸在体内合成。必需脂肪酸供给不足对婴儿维持正常生长发育导致大量热能消耗。

人乳与牛乳的维生素和无机盐

人乳中维生素的含量受乳母膳食营养与季节等的影响很大，因此，一些文献报导的数据很不一致。例如B族维生素中的硫胺素，当乳母的膳食营养为中等以上供给量水平时，约有10%的硫胺素可分泌到乳汁中，其浓度为14~19微克/100毫升。初乳中的硫胺素50~90%以结合型存在，随着哺乳期的延长，游离型的比例增加，核黄素的含量随乳母膳食摄入量不同而不同，如无核黄素补充，一般在20~30微克/100毫升。尼克酸含量可高于100微克/100毫升，此量虽不能满足需要，但人乳哺育的婴儿罕见发生典型尼克酸缺乏症，这可能是从色氨酸合成来满足其部分尼克酸的需要有关。泛酸含量在150-200微克/100毫升，吡哆醇的含量变化较大，生物素约为10微克/100毫升左右。人乳中叶酸仅少数是游离型的，其叶酸结合蛋白（Folicacid binding protfin）含量高于牛乳，这种叶酸盐有利于在乳中积蓄和促进肠吸收，并防止被肠道微生物利用而遭损失⁽¹⁴⁾。有报导叶酸含量为0.71微克/100毫升，维生素

B₁₂为0.41 微克/100毫升。通常很少见到单纯由膳食引起B族维生素缺乏的情况，因为大部分可由肠道微生物合成供给。近年来关于乳中生育醇含量的报导很多，但结果出入很大。无论是人乳或牛乳喂养婴儿，补充维生素A、D已成常规。有关人乳与牛乳中的维生素含量可参考表8。

成熟人乳和牛乳中的维生素含量⁽¹⁵⁾
(每100毫升) 表 8

	人乳	牛乳		人乳	牛乳
抗坏血酸(毫克)	5.2	0.97	维生素B ₆ (毫克)	0.01	0.04
硫胺素(毫克)	0.015	0.04	叶酸(微克)	5.2	5.2
核黄素(毫克)	0.037	0.17	维生素B ₁₂ (微克)	0.047	0.37
尼克酸(毫克)	0.18	0.09	维生素A(Iu)	0.51	130
泛酸(毫克)	0.23	0.32	维生素D(Iu)	2.2	42

牛乳中的无机物总量高于人乳3倍。乳类中的钙部分以离子型式存在，部分是与蛋白质或磷酸化合物形成胶体化合物存在。牛乳的磷高于人乳6倍。高磷负荷与Ca/P对新生儿具潜在病理因子，在婴儿后期可导致低血钙症的强制性痉挛；但有报导新生儿主要是早产儿，由于出生后骨组织生长快而人乳的磷不能满足其需要。磷总量的70~80%以无机磷酸盐形式存在，其余为磷蛋白、磷脂和磷的酯化物等。人乳约含11毫克当量的钾和5毫克当量的钠，这一比例似对婴儿生长甚为适宜。牛乳中这两种离子的比例虽与人乳相似，但浓度高出3倍左右。镁在人乳中平均约4毫克，而牛乳中的浓度为其3~4倍，氯离子含量变化很大。乳中的硫几乎全是以乳中蛋白质的含硫氨基酸形式

成熟人乳和牛乳中的无机成分(每100毫升) 表 9

	人乳	牛乳		人乳	牛乳
灰分(克)	0.2	0.7	钾(毫克)	53	156
钙(毫克)	33	123	钠(毫克)	18	50
氯(毫克)	42	103	铜(微克)	40	30
镁(毫克)	3	13	铁(微克)	30	50
磷(毫克)	15	96	锌(微克)	180	390

存在，牛乳中平均为30毫克/100毫升，人乳为其量之半。

乳中的铁含量，不同实验室的分析数据出入很大。牛乳经过消毒、稀释后铁的含量大大低于人乳，而且，人乳的铁吸收率可达49%，在同样条件下牛乳的铁吸收率仅为10%，有人认为人乳哺育儿不必按常规补充铁⁽¹⁶⁾。新鲜牛乳的铜含量与铁接近，但有时因消毒等过程中接触铜器而浓度大大提高，当超过0.5毫克/公斤时会产生类似脂烛的气味，同时维生素C被破坏。近年来由于分析技术的发展对微量元素的营养生理有可能进行一系列的研究，关于人乳和牛乳中的微量元素含量如表10。

人乳和牛乳中的微量元素含量⁽¹⁷⁾
(微克/毫升) 表 10

	人乳	牛乳
锌	3~5	3~5
铜	0.62~0.89 a	0.6
铬	0.15~0.17 b	0.013
硒	0.04~0.08	0.005~0.067
钴	0.013~0.053	0.0004~0.0011
钼	0.0005~0.027	90~240
镁	23~50	0.010~0.040
锰	0.007~0.4	0.1~0.2
锡	—	0.03
镍	—	<0.001~0.120
镉	—	0.018~0.120
钨	—	0.02~0.08
铅	与牛乳相近	0.03~0.06
砷	—	0.5~1.0
硼	—	—

a. 哺乳开始；b. 哺乳数月后。

人乳，牛乳中曾证实有碘化物(以碘化蛋白质形式)存在。美国罐装人乳中的氟化物测定的最高值为0.85毫克/立升⁽¹⁸⁾。

人乳的抗传染特性

除营养素外，人乳与牛乳最大的区别是含有抗体、特殊的酶和其它因子，而牛乳则缺乏或含量极微。人乳中含有特异与非特异的抗体因子，包括免疫球蛋白，铁结合蛋白、干扰素、多核白细胞、巨噬细胞和淋巴细胞等。

铁结合蛋白(Iron-binding protein)，

由Schade发现后经 Caroline 证实, 是一种铁与蛋白螯合的乳铁蛋白 (Lactoberrin), 含量为2~6毫克/毫升; 另一为微量的铁传递蛋白 (Transberrin), 含量约 10~15 微克/毫升。由于铁在结合蛋白中大部分呈不饱和状态 (高于50%) 而具有抑制细菌繁殖的作用。动物 (豚鼠) 实验证实铁蛋白可进入小肠并抑制肠道菌。Bullens 等指出人乳具有的制菌作用 (Bactariostatie ebbeck) 主要是含有大量乳铁蛋白和铁传递蛋白⁽¹⁹⁾, 在蛋白质一热能营养不良患儿的血清铁传递蛋白浓度常降低⁽²⁰⁾。

最近对铁蛋白制菌功能的分子机制已有认识, 主要是这些蛋白有很高的与铁结合常数, 另外, 当病原菌产生的可溶性苯邻二酚 (Catechols) 能起到细菌和铁传递蛋白或乳铁蛋白之间的铁介体⁽²¹⁾, 特异抗体阻断细菌含铁细胞的分泌, 细菌坐在在缺铁环境中发育成异常的酰化氨基酸转移核糖核酸酶 (Aminoacyl tRNAs) 达90%。

免疫球蛋白和抗体。人乳特别是初乳含有丰富的免疫球蛋白, 故对多种微生物具有抗体作用, 主要的免疫球蛋白为分泌型IgA (SIgA), 能抵抗一定范围pH变化和不被蛋白水解酶消化, 具有对粘膜保护性作用的特性。SIgA二聚物的抗原特性来自结合的J链, IgA二聚物与J链在粘膜下层的浆细胞合成, 然后在上皮细胞结合分泌产生。初乳和成熟乳中IgA的乳抗体/血清抗体范围为2.1~28.5, 平均10.5。最早的初乳SIgA含量为20~40毫克/毫升, 总量相当稳定, 在授乳期40天后, 当乳总量增加时IgA浓度能代偿性调整, 在哺乳后期乳总量减少时IgA浓度重又上升。人乳中同时还存在有IgG和IgM抗体, Hansen报告其平均乳抗体/血清抗体分别为0.3与0.9。人乳的IgG和IgM与血清中的相同, 也大部分发源于血液。某些IgM可能在乳腺内生成, 但这些抗体易受肠道酶作用而失活。

补体 (Complement)。初乳含大量补体成分C3, 开始浓度接近血清, 一周后降至血

清C3量的5~10%。可能胃内存在失活补体蛋白, 故无胃肠免疫作用。

结合因子 (Bindus factors)。婴儿摄入人乳会很快被移植进双叉乳杆菌, 进食牛乳则发育成混合肠道菌丛。促使人乳哺育婴儿的双叉杆菌生长的原因, 应归因于人乳含有特殊的结合因子, 这是由于人乳含有真的含N多糖, 而牛乳中的含量极微。双叉乳杆菌产生醋酸和乳酸, 使粪便呈低pH, 从而抑制革兰氏阴性细菌等的生长。

抗葡萄球菌因子 (Antistaphylococcal factors)。根据Gyorgy等描述, 人乳中的抗葡萄球菌因子为一不耐热的抑制因子, 其分子结构似为一种不同于亚油酸的脂肪酸, 能杀死有毒力的葡萄球菌, 是一种天然保护因子。

乳过氧化物酶 (Lactoperoxidase)。为一卤化物与过氧化氢相结合的酶, 能抑制细菌在体内生长, 在牛乳中存在, 人初乳中活力极小。此酶对抗胃液, 在小肠上端有效用, 其生物学意义不明。

细胞组成成分 (Cellular constituents)。人乳特别在初乳中, 含有大量白细胞, 包括巨噬细胞产生的干扰素, 补体成分C3和C4及溶菌酶⁽²²⁾。这些细胞可抵抗和杀死细菌。

人乳化乳与人乳储备库

鉴于人乳在婴儿喂养上的重要价值, 营养学家与食品学家长期来曾致力于人乳化 (Humanized bormula) 婴儿食品的研制, Wye-th及 Ross 实验室的典型配方如下: 牛乳脱脂、调整其溶质负荷并降低蛋白质与无机盐含量, 经搅匀、热处理以降低凝块张力从而产生易消化的蛋白质; 用电透折法除去乳清中的矿物质使其浓度与人乳类似, 合并脱脂牛乳配成与人乳相似的乳清/酪蛋白比率。加入高百分比植物油, 糖 (浓度的热能同人乳)、维生素和矿质, 另加FeSO₄ 12毫克/套脱, 成为仿人乳 (Simulated human milk) 制品。其营养成分如表11。

☆铁强化的制品含量12毫克/32盎司, 否则仅含微量铁。

人乳化制品的营养素含量(每100毫升)

表 11

营 养 素	含 量	营 养 素	含 量
热能(千卡)	67	维生素B ₆ (微克)	40—42
蛋白质(克)	1.5~1.6	维生素B ₁₂ (微克)	0.1—0.2
脂肪(克)	3.6~3.7	叶酸(微克)	5—10
糖(克)	7.0~7.3	钙(毫克)	45—58
维生素A(Iu)	170~265	磷(毫克)	33—46
维生素D(Iu)	40~42	镁(毫克)	3.9—5.3
维生素E(Iu)	0.9~1.5	铁(毫克)*	微量—1.3
维生素C(毫克)	5.2~5.8	锌(毫克)	0.36—0.5
维生素B ₁ (微克)	5.2~7.0	铜(毫克)	0.038—0.073
维生素B ₂ (微克)	63~106	碘(微克)	0.069—0.01
尼克酸(毫克)	0.7~1.0		

有关人乳化食品的研制至今仍未臻完善,有人曾以人乳化食品不可能存在抗体及免疫球蛋白等物质,因而认为具有人乳的抗传染特性为理由予以否定。

另一方面,随着对人乳哺育婴儿的意义有了深入了解,用贮备人乳来喂养低体重婴儿效果显著,因而促进了对人乳加工、贮藏等的研究与生产人乳罐头。但是,从由乳母处采集来的清洁人乳随之予以新鲜冷冻储藏等一系列加工过程,面临的一些技术关键很难得到完善解决。Ford⁽²³⁾将人乳经62.5°C, 30分钟巴氏处理,发现溶菌酶、叶酸和维生素B₁₂结合蛋白无变化,但乳铁蛋白遭破坏, IgA含量降低20%;高温(100°C, 75分钟)破坏全部蛋白质,至于具有潜在临床价值的初乳白蛋白,巨噬细胞和淋巴细胞是否均已丧失性能尚不可知。

对于进食牛乳不耐受的儿童常用大豆乳,配方由大豆离析蛋白组成并用蛋氨酸强化,加入玉米糖浆(Corn Syrup)或蔗糖、植物油、维生素和无机盐。新鲜大豆中原有的胰蛋白酶抑制因子用热处理使之失活,大豆中的致甲状腺肿因子经加热和补充碘而减少。大豆离析蛋白乳的营养素含量范围如表12。

人乳对正常儿童的营养效价是无可置疑的,从良好营养乳母获得的人乳适宜4或6月龄前的婴儿的完全营养需要,人乳尤其是初乳和过渡乳,含有多种抗传染病物质,能减少儿

大豆蛋白乳的营养成分(每100毫升)

表 12

营 养 素	含 量	营 养 素	含 量
热能(千卡)	67	维生素B ₆ (微克)	40~42
蛋白质(克)	1.8~2.5	维生素B ₁₂ (微克)	0.21~0.30
脂肪(克)	3.4~3.6	叶酸(微克)	5.3~10.6
糖(克)	6.4~6.8	钙(毫克)	63~85
维生素A(Iu)	170~264	磷(毫克)	44~63
维生素D(Iu)	40~42	镁(毫克)	5~7.92
维生素E(Iu)	0.9~1.5	铁(毫克)	1.0~1.2
维生素C(毫克)	5.3~5.8	锌(毫克)	0.3~0.5
维生素B ₁ (微克)	42~70	铜(毫克)	0.04~0.06
维生素B ₂ (微克)	63~105	碘(微克)	4.7~15
尼克酸(毫克)	0.7~1.0		

童期的各种常见传染病发病率。人乳是为儿童“设计”的,许多营养素对早期婴儿的生长是有效的,此时期的营养失调可能不但对生理发育有持久影响,同时也对情绪和智力发育有密切关系。应该指出,由于乳母的不良饮食习惯,环境污染等原因,导致有害物质通过呼吸或食物链进入体内,SMOCZYN'SK'测出人乳中PPT、HCH量各为2.13~9.09与0.09~6.45微克/克脂肪,人乳的污染高于牛乳和马乳⁽²⁴⁾。但因公害导致机体脂肪组织内多氯联苯(PCB_s)积累、后者又分泌入人乳脂肪中,短期内未见对婴儿有显著的毒性作用,认为人乳具有保护性作用,然其长期影响尚不清楚。

牛乳倘不经标准稀释,制备,或者巴氏消毒不完全等,都是引起婴儿胃肠道炎症的原因,更由于从粪便中丢失大量蛋白质并发营养不良症。未经强化含铁量低的牛乳常导致潜在的缺铁性贫血,大多数变态反应是由牛乳球蛋白引起的。Burkiff指出牛乳中不适宜的添加高甜度的精制糖似与肥胖症、糖尿病、憩室症等发病率有关。因此,提倡人乳喂养与研制适合儿童生理特点的食品特别应予以重视。

本文承苏祖斐教授审阅、谨志谢意。

参 考 文 献

- [1] Fomon, S.J., Pediatrics, 56:350, 1975
- [2] Patricia, A.K., Nutrition in Pesticides, 560, 1980

- [3] Peggy, L.P., Nutrition in infancy and childhood.102-1103.1977.
- [4] Györsy, P., Am.J. Clin. Nutr. 24:970. 1971.
- [5] Bezkorovaing, A., et al, Ibid.7:1428-32. 1979.
- [6] FAO of the united Nation, Amino-Acid Content of Foods and Biological data on Protein.133-135.1970.
- [6a] 中国医学科学院 卫研所编: 食物成分表, 人民卫生出版社.1976.
- [7] Miller, S., et al, Proc.Soc.Exptl.Biol. Med.77:96. 1951.
- [8] Mauron, J., et al, Arch.Biochem.Biophys.59:433.1955.
- [9] Forsum, E., et al, Nutrition Reports International.6:815-20. 1979.
- [10] Posti, L.P., et al, Composition of Foods-Diary and egg products-Raw, Processed, Prepared, USDA Agriculture Handbook.8-1.Washington, D.C.77,107, 1976.
- [11] Food and Nutrition Board, Dietary Fat and Human Health, Pub. 1147.6, 1981.
- [12] Fomon, S.T., Infant Nutrition, Philadelphia.1976.
- [13] Watking, J.B., et al, Pediatrics. Clin.N. Am.20:501, 1974.
- [14] Areekul, S., et al, J.Med.Associ.Thailand.2:81-84.1978.
- [15] Macy, I. G., et al, Human milk and Cow's milk in human nutrition. In milk, The mammary gland and its secretion.2:265-304, 1961.
- [16] Sarrinen, U.M., et al, J.Pediatr.91:36-39, 1977.
- [17] WHO Tech.Rep.ser.No.532. Trace Elements in Human Nutrition.1973.
- [18] Tinanoff, N., et al, J. Dentistry for Children.1:53-55, 1978.
- [19] Bulldn, J.J., et al, Brit. Med. J.1:69, 1972
- [20] Antia, A.u., et al, Arch. Dis. Child.43: 459.1968.
- [21] Roger, H.J., et al, Infect. Immun. 7: 445-556.1973
- [22] Barlow, B., et al, J. Pediat. Surg.50:29-35.1974.
- [23] Ford, J.E., et al, J. Pediatr. 90:29-35. 1977.
- [24] Smoczyński, S., Nutr. Abstr & Revs. 9:671, 1980.

徐宗鹄

(上接第16页)

- [6] Shotwell OL, Hesseltine CW, Stubblefield RD, Sorenson WG(1966) Appl Microbiol 14:425
- [7] Bullerman LB(1974) J Milk Food Technol 1 37:1
- [8] Mabrouk SS, El-Shayeb NMKA (1979) Abst. 6th Intern. Symp. on Animal, Plant and Microbial Toxins. Toxicon 17:110
- [9] Ligette RW, Koffler H (1948) Bacteriol Rev. 12:297
- [10] Saito M, Ohtsubo K, Umedo U, Enomoto M, Kurato H, Udagawa S, Sakabe F, Ichinoe M(1971) Jap J Exp Med 41:1
- [11] Nabney J, Nesbitt BF (1965) Analyst 90:115
- [12] Swaminathan B, Koehler PE (1976) J Food Sci 41:313
- [13] Alderman GG, Marth EH(1976) Z Lebensmittel Unters Forsch 160:353
- [14] Marazella JC, Liguori L (1958) J Am Pharm Assoc Sci Ed 47:250
- [15] Bullerman LB, Lieu Fy, Sally AS(1977) J Food Sci 42:1107
- [16] Merory J(1960) Food Flavorings, Composition, Manufacture and Use. Avi Publications Company, Westport p 114
- [17] Claus EP(1962) Pharmacology. 4th Ed. Lea & Febiger
- [18] Campbell N (1967) Schmidt's Organic Chemistry. 8th Ed. Oliver & Boyd, Edinburgh and London
- [19] Masimango N, Ramaut JL, Remacle J (1978) Rev Farm Indust Alim 33:116
- [20] Braverman JBS (1949) Citrus Products. Interscience Publishing
- [21] Kirchner JG (1961) Oils in Peel Juice Sac, and Seed. In Sinclair WB(ed) The Orange. University of California
- [22] Subba MS, Soumithri TC, Rao RS(1967) J Food Sci 32:225
- [23] Schultz DL, Lendecke LO(1977) J Food Protec 40:304

陈葆新