



## 乳清蛋白与免疫力

Paul Cribb

美国科罗拉多州AST运动科学，研究总监

编辑：Carla Sorensen

美国明尼苏达州乳清蛋白学院，总监

乳清蛋白中特殊成分所提供的生物活性，远超过其作为高品质氨基酸来源的功能特性。这些特殊的蛋白质在细胞培养及动物研究结果中皆具有调节免疫的功能。新的科学证据证明乳清蛋白有利于运动量大的成人。

预防各种疾病的能力主要与免疫力有关。运动、忙碌的生活方式及老化都表现出免疫功能受到威胁。营养状态常被强调与免疫系统的健康有关，然而研究显示，从营养的观点来看，光是均衡的饮食不足以达到最佳的免疫功能，因此也不足以维持健康并预防疾病。

与大部分其它来源蛋白质比较，乳清蛋白在强化数种免疫功能的能力上是独一无二的。虽然确切的机制尚未被全部了解，乳清蛋白似乎是通过刺激不同组织中谷胱甘肽(glutathione, GSH)的生成及保留肌肉中的谷氨酸来调节免疫功能。GSH是身体抗氧化防御系统的中枢，可以调节各方面的免疫功能。肌肉中的谷氨酸是免疫系统的必备油料。因此饮食中添加乳清蛋白可以增强免疫，保护所有年龄层人群的健康及免疫系统较差的人群。

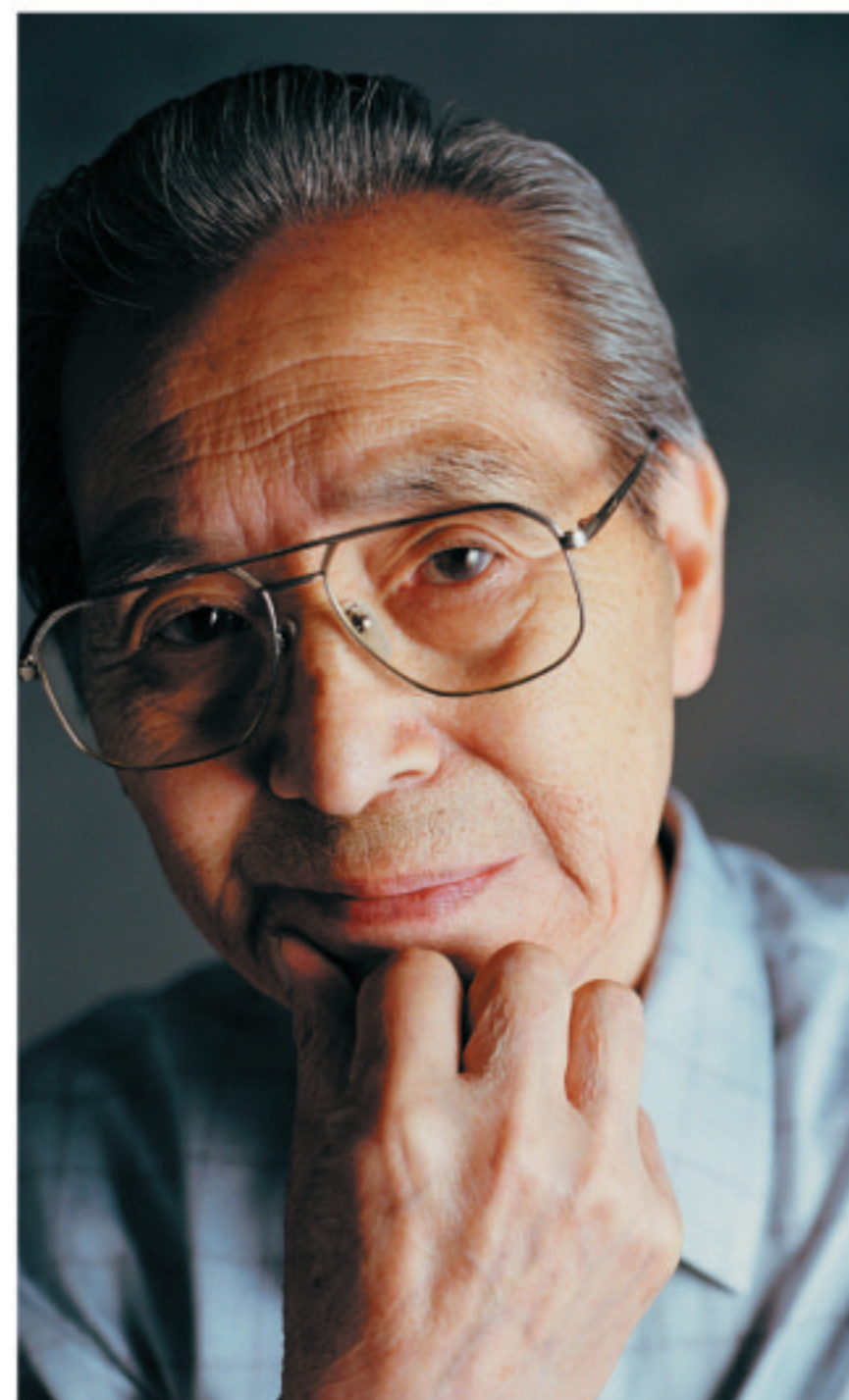


## 免疫系统简介

免疫系统是一个庞大且复杂的细胞、组织及分子的网络结构，协同工作来防御入侵人体的外源性微生物，例如细菌、寄生虫及病毒。免疫系统具有辨别上百万种外源入侵者的能力，任何能够激活免疫反应的入侵者称为抗原<sup>44</sup>。免疫系统有许多不同对抗外来入侵者的方式，包括1) 原子屏障层，例如皮肤及黏膜组织可以物理性地阻挡微生物入侵2) 生理阻碍层，例如体温和胃酸可以抑制微生物的生长或杀死微生物<sup>50</sup>。如果入侵微生物通过这些屏障，不同的细胞应答程序将被激活去攻击和消灭这些抗原。为了保护及维持健康，这些基本的应答程序每天发生数百次，永不停止。

免疫系统常区分为非特异性及特异性免疫<sup>15</sup>。非特异性的细胞防御

例如巨噬细胞及自然杀伤细胞（NK细胞）的攻击，它们攻击与摧毁外源性的微生物并不需要专一的抗原标示，不同于非特异性防御，特异免疫防御的印记则精准且具记忆性<sup>21</sup>。特异性免疫防御包含B细胞及T细胞（淋巴细胞）；只有这些细胞能够记忆如何对抗过去的入侵者，在此基础上形成我们体内最基本的疫苗<sup>29</sup>。特异性免疫防御包含两种识别策略。第一种为体液免疫反应，主要是衍生自B细胞的可溶性血浆蛋白质，称为抗体或是免疫球蛋白，当外来物质入侵时，这些抗体被合成。第二种特异性免疫则是直接细胞反应，也就是T细胞直接攻击并消灭受病毒感染的细胞或癌细胞。某些T细胞（称为帮助者T细胞）制造化学物质例如细胞激素，可以与其它免疫细胞交流讯息并召集它们<sup>61</sup>。这些防御系统常常协同作用对抗外来微生物<sup>15, 29</sup>。



## 生活方式对免疫功能的影响

### 老化

老化与日常生化过程所产生的自由基增加息息相关，并导致氧化压力<sup>38</sup>。氧化压力会危害细胞膜及蛋白质，引发许多与老化相关的疾病。免疫系统主要扮演的角色是降低氧化压力<sup>58</sup>。长寿又健康的个体必须具备最佳的细胞防御机制，才能维持一个强健的免疫反应<sup>2</sup>。



## 身体素质

体质的好坏（心脏效率）是预防心脏疾病及长寿的重要因素，尤其是男性。体质的改善需要通过有规律而激烈的运动才能达到。然而科学家最近发现激烈或是过度的运动会造成代谢负担，抑制免疫细胞的功能<sup>47</sup>。运动对于免疫系统有直接的影响；它影响淋巴细胞在身体中的分布，导致大量免疫细胞从循环系统中转移出来。这种免疫功能暂时降低的现象称为「免疫抑制开放」<sup>44,46</sup>。免疫系统暂时被抑制6至48小时，使得喜欢运动的人在健身过程中增加了感染的危险<sup>44,46</sup>。

越来越多证据显示，生活方式及饮食习惯会和运动共同影响免疫反应。运动训练之余若未配合适当的营养保证，将会导致免疫功能受损<sup>31</sup>。

许多喜欢运动的人并不明白他们的肌肉和免疫系统间具有密切的关系。谷氨酸是免疫功能最主要的能量来源，而它的形成主要发生于肌肉组织<sup>53</sup>。免疫细胞自身无法合成这种氨基酸，因此必须由肌肉提供<sup>61</sup>。免疫系统需要机体连续不断地提供大量的谷氨酸。若代谢的需求超过了生成的速率，就会产生问题。当生活上压力大（例如不适当的营养及睡眠不足）而又伴随着激烈的运动训练，身体对谷氨酸的需求就很容易超过其生成能力<sup>53</sup>。这个现象会导致运动员表现不佳，但较严重的后果是重复感染及久病不愈，例如慢性疲劳症候群<sup>50,53</sup>。



研究显示乳清蛋白可提升谷胱甘肽的水平。  
谷胱甘肽是供给免疫系统能量不可或缺的燃料。

饮食习惯与生活品质之间的关联，持续地浮现于许多领域的学术研究中<sup>1</sup>。许多流行病学、临床前及临床研究，共同提供了相当令人瞩目的证据，也就是许多基础及非基础的食物成分能增进免疫功能而有助预防疾病。然而美国及许多其它国家的成人，膳食中并未含有使免疫系统最有效运作的足够养分<sup>1,2,48,51</sup>。要激活及维持免疫反应必须有快速的蛋白质合成，而这也是为什么氨基酸（蛋白质的构成物）对于免疫功能而言是不可或缺的<sup>31</sup>。蛋白质摄取不足会削弱免疫能力，尤其对于T细胞系统会有不良的影响，这会导致偶发性感染的发生率增加<sup>29</sup>。然而现今为数可观的研究指出，营养充足的饮食中，蛋白质种类能影

响免疫反应的功效<sup>9,11-14,64</sup>。

在描绘营养成分对免疫能力的调节时，重要的是明白在描述这种影响时优先使用的术语是“调节”（modulation）<sup>22</sup>。这个术语囊括了营养成分中，对免疫力形成正面影响的促进和抑制反应<sup>22</sup>。

## 乳清蛋白对免疫力增进的功效

在少数食品配料（或补充膳食）中，体外及体内模式均证明有一种成分能调控免疫功能，这就是乳清蛋白。通常测量乳清蛋白对人体的影响时发现其改善功效常与改善免疫健康相关联<sup>7,14,30,40,55</sup>。

乳清蛋白是乳蛋白质中的可溶性蛋白质，大约占牛乳蛋白质的20%<sup>35,46</sup>。乳清蛋白是一个集合名词，囊括了介于特定范围内的分子片段，如牛乳蛋白质中的大分子： $\alpha$ -乳白蛋白、 $\beta$ -乳球蛋白，以及小片段的血清蛋白、乳铁蛋白、免疫球蛋白以及组织生长因子<sup>23</sup>。这些片段分别被证明是增进免疫的成分，能调节一定范围的免疫功能<sup>22</sup>。乳清蛋白片段与特定范围内的生物活性功能具有相关性，例如具有益菌质功效、促进组织修复、维持肠道完整、破坏病原菌及排除毒素等<sup>19,62</sup>。市售的乳清浓缩蛋白（WPC）及乳清分离蛋白（WPI）就是由这类营养丰富的不同蛋白质所组成的混合物<sup>29,37</sup>。因此，本篇专论将针对混合WPC



## 市售产品之典型氨基酸组成（每100克可食用部分）

氨基酸	乳清浓缩蛋白 80%	乳清分离蛋白
色氨酸	1.20 g	1.50 g
苏氨酸	5.36 g	6.25 g
异亮氨酸	4.80 g	5.90 g
亮氨酸	8.08 g	13.00 g
赖氨酸	7.84 g	9.15 g
甲硫氨酸	1.60 g	2.05 g
半胱氨酸	2.72 g	3.10 g
苯丙氨酸	2.48 g	2.30 g
酪氨酸	2.24 g	3.15 g
缬氨酸	4.45 g	5.35 g
精氨酸	2.00 g	2.65 g
组氨酸	1.20 g	1.35 g
丙氨酸	4.08 g	6.00 g
天门冬氨酸	8.00 g	9.00 g
谷氨酸	13.28 g	13.00 g
甘氨酸	1.36 g	2.35 g
脯氨酸	5.12 g	4.80 g
丝氨酸	4.08 g	5.00 g

资料来源：数据来自自由美国乳清制造商提供的产品和说明书及营养成分分析。不同产品间具有差异，请咨询购买厂商以获得准确信息。

（主要是WPC80）与WPI添加于膳食中所获得的数据进行探讨。

膳食中添加WPC的结果显示，肠道中对于现今医疗所用的各种不同疫苗抗原的主要及次要抗体反应显著增加<sup>40</sup>。一份研究指出，当啮齿类动物摄食蛋白质时其中20%来自WPC相对于仅摄食一般饲料的小鼠，显著增加了对于流行性感疫苗、白喉及破伤风类毒素、小儿麻痹症疫苗、卵白蛋白及霍乱毒素的免疫反应<sup>40</sup>。膳食中添加WPC时，能在短期（2周）及长期（12周）的喂养下，对所有这类有特定抗原的免疫刺激有较高的抗体量<sup>40,41</sup>。



特定免疫反应中，最重要的措施之一就是细胞克隆复制（增殖）的方式来制造一个对抗原具反应性的淋巴细胞池<sup>22</sup>。在实验上，为B细胞或T细胞所攻击的细胞株添加分裂素(mitogens)可以刺激活体内这种免疫细胞的增殖。在比较一系列来源的市售蛋白质的调查中，乳清蛋白在促进特定免疫反应的优势是很明显的<sup>8-14,30</sup>。

对于肠道受寄生感染的小鼠，喂饲富含 $\alpha$ -乳白蛋白（占每日蛋白摄取量的20%），相对于喂饲酪蛋白或大豆分离蛋白的小鼠而言，脾脏细胞明显具有较多总体白血球(CD4+及CD8+)、淋巴细胞及细胞激素的生成量<sup>30</sup>。这些结果结合了对粪便中卵囊产量（一种对感染程度的测定指标的估计，证明了相较于大豆蛋白，乳蛋白对免疫反应具有较大的影响，而这直接地减轻了严重感染<sup>30</sup>。

对于外来的微生物，体液免疫反应负责了抗体生成及补充速率，因此被视为特定免疫反应不可或缺的重要组成部分<sup>11</sup>。研究指出，比较不同来源蛋白质如乳清蛋白、大豆蛋白、酪蛋白、小麦、玉米、鸡蛋蛋白、鱼类、牛肉及极大螺旋藻（占每日蛋白摄取量的20%）的效果中，喂饲乳清蛋白的动物在对外来微生物时，具有显著较佳的体液免疫反应及抗体生成<sup>8,9,11-14</sup>。乳清蛋白这种增进免疫的效果已经在至少六种无亲属关系的小鼠品系上被证实，而在部分案例中，喂饲乳清蛋白所增进的免疫反应甚至高达喂饲其它蛋白来源者的五倍之多<sup>8,11</sup>。但免疫系统未受刺激的小鼠，蛋白种类对于增重、摄食量及血清中的蛋

白质或循环的白血球，仅具有微小影响或甚至没有效果。

然而当免疫系统受到刺激时，乳清蛋白可促进体液免疫(通过测量小鼠脾脏中血小板生成细胞)来对抗T细胞依赖抗原，以及那些一般被视为代表的「常态」反应<sup>8,9,12</sup>。为了更进一步确认乳清蛋白在体液免疫反应上的角色，同一研究团队进行另一项探讨摄食不同蛋白质对抵抗肺炎球菌感染效果的实验，而使结果更为完整<sup>14</sup>。喂饲WPC(20g/100g蛋白质饲料)的小鼠，在面对肺炎链球菌造成的致死性感染时，存活时间显著长于喂饲酪蛋白的小鼠<sup>14</sup>。对于此种感染的后天免疫，主要是依赖体液免疫反应。根据文献，乳清蛋白显然最能有效地使特定免疫反应处于最佳状态<sup>14</sup>。

部分研究则指出，比较不同蛋白质对细胞免疫的影响效果上，乳清蛋白质显然仍有较佳的影响<sup>64</sup>。在小鼠实验中，在适当均衡日粮中加入WPC不仅增进体液免疫反应及嗜中性白血球的功能，也有助于阻止延迟性过敏反应的发生。（一种广泛作为评估T细胞所调控免疫反应的指标）<sup>64</sup>。这些WPC增进免疫能力的特性，是直接添加大豆分

离蛋白相比较而得知<sup>64</sup>。乳清蛋白似乎也能够增进其它嗜中性白血球的反应。不论是添加WPC还是乳铁蛋白与乳过氧化酶的混合物，均能增进嗜中性白血球中和自由基的能力从而降低氧化性紧迫<sup>63</sup>。此外，膳食中加入乳铁蛋白对于受T细胞调控之NK细胞的抵抗巨细胞病毒功能有所增进<sup>55</sup>。





### 谷胱甘肽及乳清蛋白在免疫上扮演的角色

谷胱甘肽 (GSH) 抗氧化系统是保护细胞不受来自污染、毒素、运动以及紫外线曝晒等氧化性紧迫破坏的主要机制<sup>58</sup>。免疫系统扮演的一个不可或缺的角色就是降低氧化性紧迫<sup>38</sup>。因此，在维持免疫系统效果上，充足地供应GSH是决定性的因子<sup>6,58,65</sup>。

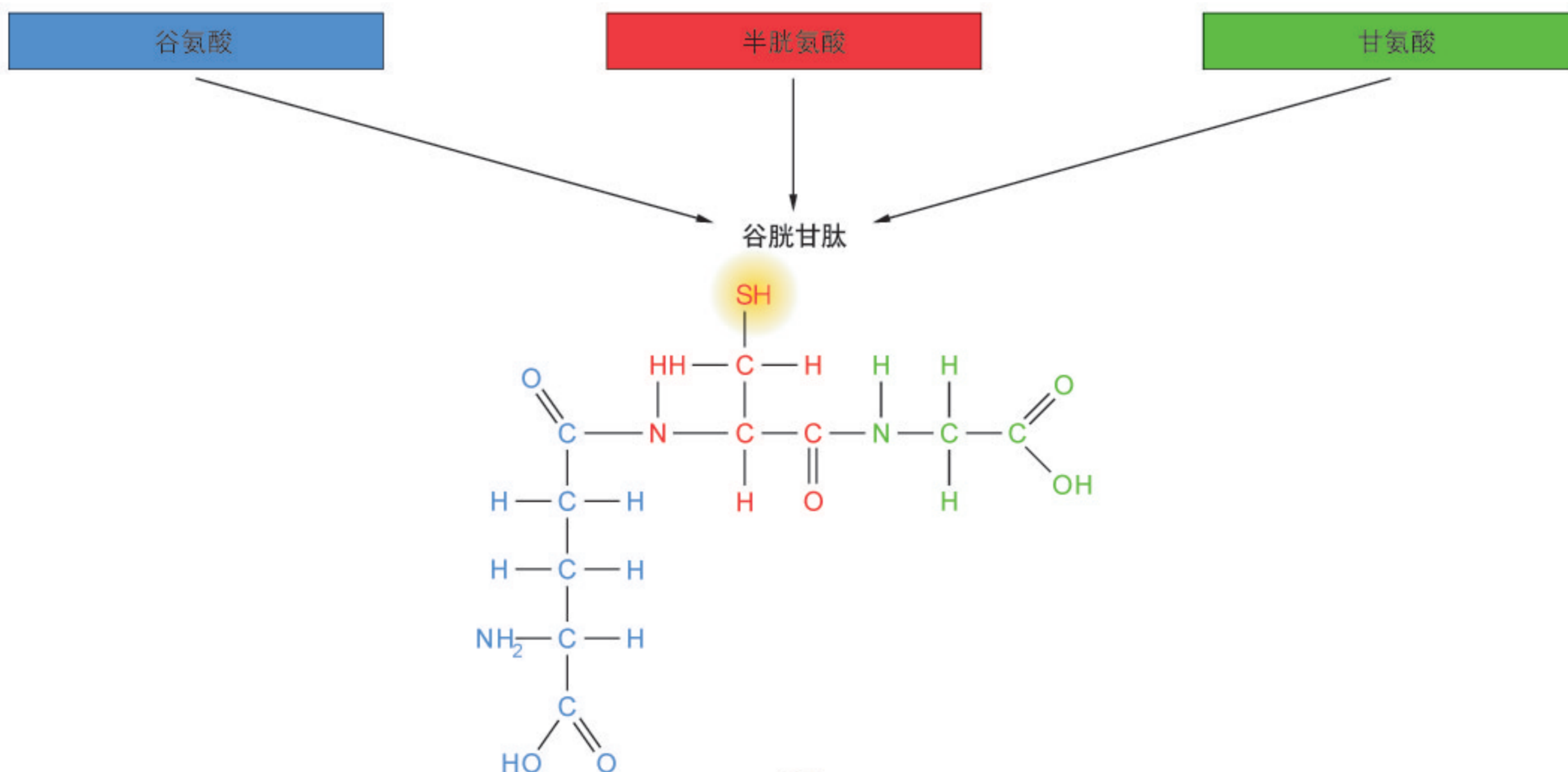
GSH通常生成于细胞内，并由下列3种氨基酸构成：半胱氨酸、谷氨酸及甘氨酸<sup>65</sup>。然而其中半胱氨酸是GSH生成的速率限制氨基酸<sup>43,58</sup>。血浆及组织中充足地供应半胱氨酸，是维持细胞中的GSH比例高于GSSG以确保抗氧化效果最佳的重要要素<sup>6,37,58,65</sup>。

乳清蛋白是半胱氨酸的丰富来源。WPC和WPI所含的半胱氨酸浓度至少高于其它高品质蛋白质4倍之多<sup>16</sup>。研究显示，WPC和WPI均为有效率的半胱氨酸提供者，能维持细胞内活性GSH（适度的GSH:GSSG比例）的浓度<sup>8,9,37,39,43</sup>。相较于市面上其它蛋白质来源，乳清蛋白已被公认可通过增加免疫细胞内GSH合成量而呈现最佳免疫反应状态<sup>7-14,39,40,44</sup>。

### 乳清蛋白、免疫功能及运动表现

运动前补充支链氨基酸 (BCAAs) 显示能预防淋巴细胞增殖的下降，并预防运动后血浆内谷氨酸浓度下降<sup>32</sup>。肌肉中的谷氨酸经常会被输出至血液中，在代谢上是供给免疫功能能量不可或缺的燃料<sup>53</sup>。BCAAs是肌肉中制造谷氨酸的唯一来源<sup>32</sup>。乳清蛋白则是BCAAs含量最丰富（也是成本最经济）的天然来源<sup>62</sup>。一项研究指出在饮食中添加WPI（每天每公斤体重添加1.5克）11周，相较于酪蛋白而言，更能有助于维持血浆中可能因剧烈运动训练而降低的谷氨酸浓度，并显著增加肌肉强度<sup>20</sup>。在持久度的表现方面，一项研究指出添加WPI（每天每公斤体重添加1克）6周后，相对于对照组而言，可防止经过6周剧烈运动训练后，全血细胞及单核细胞中GSH浓度的降低<sup>45,57</sup>。

图1. 谷胱甘肽由3种氨基酸合成



## 营养介入以增强免疫力

不适当的蛋白质（氨基酸）摄取可能会妨碍免疫功能。根据目前文献的建议，健康而有活力的人的蛋白质需要量可能要高于以前的推荐量<sup>5,48</sup>。增加膳食中的蛋白质比例在目前被认为是安全而有效增进健康的对策，能够降低血脂浓度、增进胰岛素或葡萄糖代谢，并且促进多余体重的减少<sup>28</sup>。在维持健康及最佳免疫功能方面，最近的研究建议运动量大的个体及老人，对于膳食中蛋白质的需求量应高于以往的推荐量<sup>5,48</sup>。研究显示膳食中蛋白质的种类能够影响免疫反应的强度，即使是营养均衡的膳食亦然<sup>9,63</sup>。相较于其它蛋白质来源，研究中指出乳清蛋白不但能提升GSH的浓度，也能使某些免疫功能发挥最佳效果。

乳清蛋白能迅速被身体吸收，并供给器官及组织充足的必需氨基酸，也刺激了肌肉新生的机制<sup>23</sup>。在运动训练前后，连同碳水化合物一起摄取20或30克的WPI及WPC不但有助于减少运动引起的免疫抑制，也可能是促进肌肉复原的理想对策。由于其优良的氨基酸组成、吸收速率及增进免疫的能力，乳清蛋白是具有高度营养价值的成分并可以造福大量人群。虽然关于乳清蛋白的每日摄取量尚未明确建立，但研究显示当每日摄取量最少20克、最多每公斤体重1.5克时，已具有相当的益处。



乳清蛋白必需氨基酸 (mg/g 蛋白质)

氨基酸	总乳清蛋白	联合国粮食及农业组织之氨基酸评分模式 FAO AA scoring pattern
异亮氨酸	76	40
亮氨酸	118	70
赖氨酸	113	55
甲硫氨酸 + 半胱氨酸	52	35
苯丙氨酸 + 酪氨酸	70	60
苏氨酸	84	40
色氨酸	24	10
缬氨酸	72	50
共计	609	360

资料来源：美国乳品出口协会《美国乳清及乳糖产品参考手册》。USDEC。



Dr. Michael Murray是《如何以天然药物预防及治疗癌症》的作者，他建议癌症患者每天摄取两次乳清蛋白，每次20~30克，以获得足够的谷氨酸。他也声明谷氨酸及支链氨基酸(乳清蛋白富含支链氨基酸)是细胞健康及蛋白质合成不可缺少的。乳清蛋白也有助于癌症治疗如化学疗法、放射线治疗及手术后的复元。

## 乳清蛋白与癌症

流行病学上的资料显示膳食是癌症发生的主要因子<sup>33,34,44,64</sup>。乳清蛋白促进GSH生成及调节免疫功能的独特能力，吸引了科学家大量研究乳清蛋白对实验诱发之癌症的效果。

在小鼠实验中，与膳食中添加酪蛋白者相比较，添加WPC(占蛋白质摄取量的20%)的小鼠显然有较低的结肠癌发生率及较小的肿瘤<sup>10</sup>。这些研究结果曾在之后的数年，在另一研究团队的研究中重复验证<sup>44</sup>。这项稍晚的研究同样指出，WPC对肠道肿瘤的生长抑制效果可达大豆蛋白的2倍。据美国癌症协会估计，结肠癌仍将维持在2004年全美癌症死因的第二名，随后分别是乳癌、胰腺癌以及前列腺癌。因此，膳食中添加乳清蛋白的

潜在抗癌效果对人类意义尤其重大。

乳清蛋白的抗癌特性也被展示在其它某些恶性肿瘤上，例如母鼠的乳房肿瘤<sup>34</sup>。在一项研究中，添加乳清蛋白对减少肿瘤发生率及多样性的效果，至少可达添加大豆分离蛋白的2倍。

乳清蛋白增加胞内GSH浓度及抑制癌症恶化的独特能力，同样也在人类前列腺细胞上得到验证<sup>37</sup>。水解WPI能使胞内GSH增加64%，并保护细胞免于氧化导致的细胞凋亡，但水解酪蛋白酸钠则对胞内GSH无显著效果<sup>37</sup>。在癌症研究上，显示添加乳清蛋白能维持高浓度的胞内GSH，并提升胞内抗氧化防御而促进致癌物的解毒作用<sup>10,33,34,44</sup>。由于这些正面的发现，乳清蛋白的使用开始被视为治疗癌症的一种非药物附属疗法<sup>7</sup>。



## 乳清蛋白对强健免疫力的好处

- 支链氨基酸BCAAs经过肌肉代谢来制造谷氨酸，谷氨酸则是提供免疫功能能量的燃料。乳清蛋白是已知的BCAAs最丰富来源。市售乳清蛋白配方含有约26%的BCAAs及6%谷氨酸盐<sup>16</sup>。因此，乳清蛋白的全部氨基酸的1/3以上完全被肌肉用来合成谷氨酸。
- 半胱氨酸是GHS形成时的速率限制氨基酸。GHS是所有抗氧化防御的中心，控制着许多免疫功能的关键过程。乳清蛋白所含的半胱氨酸浓度（每100克蛋白质）比其它来源高品质蛋白质至少高出4倍之多。
- 提升GHS水平被认为能使免疫功能发挥最佳效果。相对于其它常见蛋白质来源，表明膳食中添加乳清蛋白能提高GHS产量并使免疫力达最佳状态。
- 对于健康而经过激烈运动训练的人，添加乳清蛋白能维持其体内的GHS状态。例如，补充乳清蛋白能提高运动员的表现或甚至改变身体组成（减少脂肪组织而增加肌肉组织）。

乳清、花生酱代餐棒\*(含40%碳水化合物/ 30%蛋白质/ 30%脂肪)

配料	%
蜂蜜	18.29
高果糖玉米糖浆	16.17
巧克力外皮	14.89
乳清分离蛋白	11.12
乳清分离蛋白水解物	9.79
花生酱	8.33
花生粉	7.33
花生碎粒	7.24
麦芽糊精	3.52
维生素/矿物质 混合物	1.68
香草萃取物	1.03
大豆纤维	0.61
总计	100.00

\*配方由DAVISCO FOODS INTERNATIONAL, Inc.提供



## 补充乳清蛋白对HIV感染者的益处

Patrick Micke M.D.,  
德国 Johannes Gutenberg 大学, 医学系

高品质的乳清蛋白是氨基酸及具生化活性蛋白质的可靠来源。作为营养补充物的乳清，能有效改善HIV感染者富含蛋白质的膳食。越来越多的证据显示，高品质乳清蛋白的配方对于不同病况具有疗效。下述摘要介绍了乳清蛋白在HIV感染上的潜在功能益处，并把焦点放在用乳清蛋白进行临床试验的结果。欲获得对此主题综合评论的完整复本，请与美国乳品出口协会联络。

### 补充高品质蛋白质有益于HIV感染者

虽然添加乳清蛋白或其它高品质蛋白质的临床试验尚属少数，但目前初步迹象显示HIV感染者可能获益于高蛋白膳食。一项试验将30名感染HIV的女性随机分配至膳食添加乳清蛋白、逐渐增加运动量或同时进行这两种处理的试验组，结果显示只有膳食添加乳清蛋白的试验组经过14周治疗后体重增加，而同时进行两种处理的试验组则是临床上常用的体细胞重（具代谢活性细胞的重量）有所增加 [Agin-et al., 2001]。一项随机试验比较了以肽为基础的高蛋白质膳食与一般标准的膳食，结果显示食物中添加肽时有较佳临床结果（瘦肉量增加、住院率下降） [Chlebowski et al., -1993]。另一项对476名体重稳定病人的分析则显示蛋白质摄取与体细胞重没有关联 [Williams et al., 2003]。然而，虽然最佳蛋白质摄取量及摄取来源

还处于争议中，这些观察结果已经提供了添加高品质蛋白质的基本理由。

### 添加乳清蛋白可恢复HIV感染后谷胱甘肽的水平

在一项小规模试验中，3名HIV血清检验呈阳性之患者以口服方式，逐步将每日乳清蛋白摄取量调高至39克。经过3个月后，3名患者中有2名血液中单核细胞含量增加，其中一名更达到正常水平 [Bounous et al., 1993]。另两项对照性临床研究也在最近完成。首先，在一项双盲试验中，随机分配30名已受HIV感染的患者，使其每日摄取45克分别含两种不同乳清蛋白的食品。在其例行治疗中（在90%常见的抗逆转录病毒疗法），蛋白粉添加量被三等分为15克。在治疗前，血浆中GSH水平显著降低。经过2周的治疗后，2试验组的血浆GSH水平均升高至正常量 [Micke et al., 2001]。在一项公开追踪调查试验中，给予18名病患其中一种添加方式。GSH水平在6个月后维持稳定。然而临床上的参数例如体重及T淋巴球数量并没有显著变化，最可能的原因是参与这项研究的病患人数太少。这些研究的结果显示，以口服方式摄取来自乳清蛋白而富含半胱氨酸的营养补充物，能够显著且持续地提升血浆中GSH水平，使先前因受HIV感染致使GSH有缺陷的患者，血浆中GSH水平在经过至多6个月后回到正常范围内。这项疗法受到相当的接纳，且未观察到具临床意义的负面效果。

### 高品质乳清蛋白对HIV感染者是可靠的蛋白质补充物

乳清蛋白是高品质的蛋白质来源，具有适当的氨基酸组成。临床的试验可证实乳清蛋白对于HIV感染患者具有好处。然而任何营养介入都应经过深思熟虑，并需考虑患者的需求及病史来实施（发病阶段、疗法、身体组成等等）。这需要专业的医学知识，不能不与负责治疗HIV的医疗团队咨询前即贸然施行。

### 参考文献

1. Agin D, Gallagher D, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN Jr, Kotler DP. Effects of whey protein and resistance exercise on body cell mass, muscle strength and quality of life in women with HIV. *AIDS*. 2001;15:2431-2440.
2. Bounous G, Batist G, Gold P. Immunoenhancing property of dietary whey protein in mice: role of glutathione. *Clin Invest Med*. 1989;12: 154-161.
3. Chlebowski RT, Beall G, Grosvenor M, Lillington L, Weintraub N, Ambler C, Richards EW, FO, Abbruzzese BC, McCamish MA, Cope Long-term effects of early nutritional support with new enterotropic peptide-based formula vs. standard enteral formula in HIV-infected patients randomized prospective trial. *Nutrition*. 1993, 9:507-12.
4. Micke P, Beeh KM, Bulh R. Effects of long-term supplementation with whey proteins on plasma glutathione levels of HIV-infected patients. *Eur J Nutr*. 2002;41:12-18.
5. Micke P, Beeh KM, Schlaak JF, Buhl R. Oral supplementation with whey proteins increases plasma glutathione levels of HIV-infected patients. *Eur J Clin Invest*. 2001;31:171-178.

参考文献

1. Allison KCed. Healthy Eating: A Guide to the New Nutrition.Harvard Health Report Harvard Health Public atio ns,2003.
2. Allison KCed Living Better, Living Longer. The Secrets of Healthy Aging. Harvard Health Report Harvard Health Public ations,2001.
3. Bala,doo A, Reid M, Forrester T,Heird WC Jahoor F. Cysteine supplementation improves the erythrocyte glutathione synthesisrate in children with severe edematous malnutrition Am J Clin Nutr 76:646ñ52,2002.
4. Barringer TA,Kirk JK, Sa.ntaniello AC, et al Effect of a multivitamtin and mineral supplemenon infection and quality of life Ann Intern Med.138:365-371,2003.
5. BosC, Gaudichon C, TomÈ D. Isotopic studies of protein and amino acid requirements. Curr Opin Clin Nutri and Me tab Care 51:55-61,2002.
6. Bounous G, Molson JH. The antioxidant system.Anticancer Res 1411-5, 2003.
7. Bounous G. Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment.Anticancer Res 20:4785-92, 2000.
8. Bounous G,Batist G,Gold P.Immunoenhancing property of dietary whey protein in mice: role of glutathione. Clin Invest Med 12;3:154-61, 1989.
9. Bounous G, Kongshavn PA, Gold P. The immunoenhancing property of dietary whey protein concentrate. Clin Invest Med 11;4:271-278,1988.
10. Bounous G, Papenburg R,Kongshavn PA, GoldP, Fleischer D. Dietary whey protein inhibits the development of dimethylhydrazine induced malignancy. Clin Invest Med 11;3:213-7,1988.
11. Bounous G, Kongshavn PA.Differential effect of dietary protein type on the B-cell and T-cell immune responses in mice. J Nutr 115;11:1403-08, 1985.
12. Bounous G, Bounous G,Letourneau L, Kongshavn PA.Influence of dietary protn type on the immunesystem of mice. J Nutr 113;7:1415-21, 1983.
13. Bounous G, Kongshavn PA. Influence of dietaryproteins on the immune system of mice.J Nutr 112;9:1747-55,1982.
14. Bounous G, Gand Kongshavn PK. Influence ofProtein Type in Nutritionally Adequate Dietson the Development of Immunity.In Absorption andUtilization of Amino Acids., ed. M. Friedman. Boca Raton, FL:CRC Pres, Inc.1989.
15. Bounous T and Platt D. Nutritional Factors and Age Associated Changes in Cellular Immunity and Phagocytosis:A Mini-Review. Aging:Immunology and Infectious Disease 6(1):31-42,1995.
16. BounouR & Unlu L.Proteins and amino acids in exercise and sport.In:Energy-Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in Sports Nutrition.DriskellJ, and Wolinsky I.Eds. CRC Press.Boca Raton FL,p197-200,2000.
- 17 Cheng YJ,Macera CA,Church TS,and Blair SN.Heart rate reserve as a predictor of cardiovascular and all-cause mortality in men.Med Sci Sports Exerc 34;12:1873-1878,2002.
- 18 Child RB,Bullock M,Palmer K,Physiological and biochemical effects of whey protein and ovalbumin supplementation in healthy males. Med Sc i Sports Exerc 35;5:S270, 2003.
19. Clare DA and Swaisgood HE.Bioactive milk peptides:A prospectus.J Dairy Sci 83: 1187-1195,2000.
20. Cribb PJ,Williams AD, Hayes A and Carey MF. The effect of whey isolate on strength, body composition and plasma glutamine. Med Sci Sports Exerc34;5:S299,2002.
21. Cross ML,and Gill HS,Modulation of Immune Function by a Modified Bovine Whey Protein Concentrate.Immunology and Cell Biology 77:345-50,1999.
22. Cross M L and Gill HS.Immunomodulatory properties of milk.British J Nutr 84:S81-S89, 2000.
23. Dangin M,GuilletC,Garcia-Rodenas C, et al., The rate of protein digestion affects protein gaindifferently during aging in humans.J. Physiol549.2: 635-644, 2003.
24. Deneke SM and Fanburg BL.Regulation of cellular glutathione.Am J Physiol 257:L163-L173,1989.
25. de Wit JN,Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products.JDairy Sci 81:597-608,1998.
26. Dr`ge W and Holm E.Role of cyst(e)ine and glutathione in HIV infection and other diseases associated with muscle wasting and immunological dysfunction. FASEB J 11:1077-1089,1997.
- 27 Enomoto M,Konishi A,Hachimura S,and Kaminogawa S.Milk Whey Protein Fed As a Constituent of the Diet Induced Both Oral Tolerance and a Systemic Humoral Response, While Heat Denatured Whey Protein Induced Only Oral Tolerance.Clinical Immunology and Immunopathology 66;2:136-42,1993.
28. FarnsworthE,Luscome ND,Noakes M,et al., Effect ofa high-protein,energy-restricted diet on body composition, glycemic control,and lipid concentrations in overweight and obese hyperinsulinemic men and women.Am J Clin Nutr 78:31-39,2003.
29. Field CJ.Use of T cell functi on to determine the effect of physiologically active food components Am J Clin Nutr 71:1720S-1725,2000.
30. FordJT,Wong CW,Colditz IG.Effects of dietary protein types on immune responses and levels of infection with Eimeria vermiciformis in mice. Immunol Cell Biol 79;1:23-8, 2001.
31. Gleeson M, Neiman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. J Sports Sci22:115-125, 2004.
32. Ha E and Zemel MB. Functional properties ofwhey, whey components, and essential aminoacids: mechanisms underlying health benefits foractive people. Journal of Nutritional Biochemistry14;251-258, 2003.
33. Hakkak R, Korourian S, Ronis MJ, Johnston JM, Badger TM. Dietary whey protein protects against azoxymethane-induced colon tumors in male rats. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 10;5:555-8, 2001.



34. Hakkak R, Korourian S, Shelnutt SR, Lensing S, Ronis MJ, Badger TM. Diets containing whey proteins or soy protein isolate protect against 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced mammary tumors in female rats. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 9;1:113-7, 2000.
35. Huffan LM and Harper WJ. Maximizing the Value of Milk Through Separation Technologies. *J Dairy Sci* 82:2238-2244, 1999.
36. Irwin M, Thompson J, Miller C, Gillin JC and Ziegler M. Effects of sleep and sleep deprivation on catecholamine and interleukin-2 levels in humans: clinical implications. *J of Clin Endo & Metab* 84;6:1979-1985, 1999.
37. Kent KD, Harper WJ, Bomser JA. Effect of whey protein isolate on intracellular glutathione and oxidant-induced cell death in human prostate epithelial cells. *Toxicol In Vitro* 17;1:27-33, 2003.
38. Kinney JM, Allison SP. Clues to ageing from cells, organs and outer space. *Curr Opin Clin Nutr and Metab Care* 6;1:3-7, 2003.
39. Lands LC, Grey VL, and Smountas AA. Effect of supplementation with a cysteine donor on muscular performance. *J Appl Physiol* 87:1381-1385, 1999.
40. Low PPL, Rutherford KJ, Gill HS, and Cross ML. Effect of Dietary Whey Protein Concentrate on Primary and Secondary Antibody Responses in Immunized BALB/C Mice. *International Immunopharmacology* 3: 393-401, 2003.
41. Low PPL, Rutherford KJ, Cross ML, Gill HS. Enhancement of Mucosal Antibody Responses by Dietary Whey Protein Concentrate. *Food and Agricultural Immunology* 13;4:255-264, 2001.
42. Lyons J, J. Rauh-Pfeiffer A, Yu YM. Blood glutathione synthesis rates in healthy adults receiving a sulfur amino acid-free diet. *Proc Natl Acad Sci* 97;10:5071-5076, 2000.
43. Mariotti F, Simbelie KL, Makarios-Lahham L, Huneau JF, Laplaize B, Tome D, Even PC. Acute ingestion of dietary proteins improves post-exercise liver glutathione in rats in a dose-dependent relationship with their cysteine content. *J Nutr* 134;1:128-31, 2004.
44. McIntosh GH, Regester GO, Le Leu RK, Royle PJ, Smithers GW. Dairy proteins protect against dimethylhydrazine-induced intestinal cancers in rats. *J Nutr* 125;4:809-16, 1995.
45. Middleton N, Jelen P, Bell G. Whole blood and mononuclear cell glutathione response to dietary whey protein supplementation in sedentary and trained male human subjects. *Inter J Food Sci Nutr* 55;2:131-141, 2004.
46. Miralles B, Bartolome B, Amigo L, Ramos M. Comparison of three methods to determine the whey protein to total milk protein in milk. *J Dairy Sci* 83:2759-2765, 2000.
47. Nieman DC. Infection, the Immune System and Exercise. *Encyclopedia of Sports Medicine and Sci* 2004.
48. Parise G & Yarasheki KE. The utility of resistance exercise training and amino acid supplementation for reversing age-associated decrements in muscle protein mass and function. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 3:489-495, 2000.
49. Peterson BK, Herzenberg LA, Vasquez K, Waltenbaugh C. Glutathione levels in antigen-presenting cells modulate Th1 versus Th2 response patterns. *Proc Natl Acad Sci* 95:3071-3076, 1998.
50. Pizza FX. Overtraining and Immunity. *Encyclopedia of Sports Medicine and Science* 2004.
51. Ravaglia G, Forti P, Maioli F, et al. Effect of micronutrient status on natural killer cell immune function in healthy free-living subjects aged  $\geq 90$  years. *Am J Clin Nutr* 71 (2):590-8, 2000.
52. Redwine L, Hauger RL, Gillin JC, Irwin M. Effects of sleep and sleep deprivation on interleukin-6, growth hormone, cortisol, and melatonin levels in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 85;10:3597-603, 2000.
53. Rowbottom DG, Keast D, Morton AR. The emerging role of glutamine as an indicator of exercise stress and overtraining. *Sports Med* 21(2): 80-97, 1996.
54. Seres T, Knickelbein RG, Warshaw JB, and Johnston RJ. The Phagocytosis-Associated Respiratory Burst in Human Monocytes Is Associated with Increased Uptake of Glutathione. *J of Immunol* 165: 3333-3340, 2000.
55. Shimizu K, Matsuzawa H, Okada K, Tazume S, Dosako S, Kawasaki Y, Hashimoto. Lactoferrin-mediated protection of the host from murine cytomegalovirus. *J Archives of Virology* 141;10:1875-1889, 1996.
56. Smithers GW, Ballard FJ, Copeland AD, et al. New opportunities from the isolation and utilization of whey proteins. *J Dairy Sci* 79;8:1454-9, 1996.
57. Torry A, Penkman M, Sellar C, Field C, Jelen P, Bell G. The effect of whey protein supplementation and endurance training on natural killer cell cytotoxic activity in cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 35;5:S100, 2003.
58. Townsend DM, Tew KD and Tapiero H. The importance of glutathione in human disease. *Biomedecine & Pharmacotherapy* 57 3-4:145-155, 2003.
59. Venketaraman V, Dayaram YK, Amin AG. Role of glutathione in macrophage control of mycobacteria. *Infection and Immunity* 71;4:1864-1871, 2003.
60. Walrand S, Chambon-Savanovitch C, Felgines C, et al. Aging: a barrier to renutrition? Nutritional and immunologic evidence in rats. *Am. J. Clin Nutr* 72(3): 816-824, 2000.
61. Walsh NP, Blannin AK, Robson PJ, Gleeson M. Glutamine, exercise and immune function. Links and possible mechanisms. *Sports Med* 26;3:177-91, 1998.
62. Walzem RM, Dillard CJ, and German JB. Whey Components: Millennia of Evolution Create Functionalities for Mammalian Nutrition: What We Know and What We May Be Overlooking. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 42;4:353-375, 2002.
63. Wong KF, Middleton N, Montgomery M, Dey M, Carr RI. Immunostimulation of murine spleen cells by materials associated with bovine milk protein fractions. *J Dairy Sci* 81;7:1825-32, 1998.
64. Wong CW, and Watson DL. Immunomodulatory Effects of Dietary Whey Proteins in Mice. *J of Dairy Res* 62: 359-68, 1995.
65. Wu G, Fang Y, Yang S, Lupton JR, and Turner ND. Glutathione Metabolism and Its Implications for Health. *J Nutr* 134: 489-492, 2004.

美国乳品出口协会在这里感谢所有对这篇专题论文做出贡献的人，并再次感谢乳清蛋白协会 (Whey Protein institute) Carla Sorensen 所做出的贡献。

11000 West 78th Street, Suite 220, Eden Prairie, Minnesota, 55344, USA. [www.wheyoflife.org](http://www.wheyoflife.org)



Managed by Dairy Management Inc.™

U.S. Dairy Export Council® 出版  
2101 Wilson Boulevard / Suite 400  
Arlington, VA U.S.A. 22201-3061

Tel U.S.A. (703) 528-3049  
Fax U.S.A. (703) 528-3705  
[www.usdec.org](http://www.usdec.org)