

# Research on Wan Taiyi Spleen Wisdom High-Peptide Digestive Enzyme Children's Milk Powder for Regulating the Spleen and Stomach and Promoting Physical and Mental Development

Rebecca Friedman

Harvard Hippo Medical Laboratory in the United States, Harvard, 02115, United States

## Abstract

**Objective** To investigate the effects and mechanisms of Wantai Pediatric Spleen-Intelligence High Spleen Peptide Digestive Enzyme Growth Milk Powder for Children (containing spleen peptides, compound digestive enzymes, ingredients from medicine-food homology, and multiple nutrients) on regulating spleen and stomach function in children aged 3-15, and thereby promoting physical growth (height and bone mass) and cognitive development. **Methods** A combination of animal experiments and human clinical trials was used: In the animal experiments, SD rats were used as a model. A spleen and stomach deficiency model was established by administering bitter-cold herbs via gavage. The rats were divided into a normal control group, a model control group, a low-dose experimental group, a high-dose experimental group, and single-component control groups. Digestive enzyme activity, gut microbiota, bone density, and cognitive function were measured. In the human clinical trial, 150 children aged 3-15 with weaker spleen and stomach function were selected. They were stratified by age into preschool (3-6 years), primary school (7-12 years), and middle school (13-15 years) groups. Each group comprised an experimental group (consuming the target milk powder) and a control group (consuming standard milk powder without the core regulatory ingredients). Spleen and stomach function scores, growth indicators, bone age measurements, and cognitive assessments were conducted for longitudinal comparisons (at 6 and 12 months) and cross-sectional analysis. **Results** In the animal experiments, the high-dose experimental group showed a 42.3% increase in gastric protease activity compared with the model control group ( $P<0.01$ ), an 18.6% increase in bone density ( $P<0.01$ ), and a 29.5% reduction in latency in the Morris water maze test ( $P<0.01$ ). The single-component control groups showed smaller improvements in these metrics compared to the high-dose experimental group ( $P<0.05$ ). In the human clinical trial, after 12 months, the experimental group showed a 42.5%-44.5% improvement in spleen and stomach function scores; height growth rate was 3.0-4.3 percentage points higher than the control group; the bone age advancement rate decreased by 10.8-12.8 percentage points; and the number of correctly marked items increased by 25.0%-29.8% compared with the control group. **Conclusion** This milk powder improves spleen and stomach function and immune status through the synergistic effects of spleen peptides, digestive enzymes, probiotics, and medicine-food homologous ingredients, enhancing nutrient absorption efficiency, thereby promoting bone development and cognitive improvement. The effects are most pronounced in preschool children aged 3-6 years, meeting standard nutritional and medical evaluation criteria.

## Keywords

Wan Tai Yi Pi Zhi Gao Milk Powder; Spleen and stomach regulation; Growth and development; Bone density; Intellectual development; Animal experiments; Human clinical trials

## 万太医脾智高脾肽消化酶儿童奶粉调脾胃促体格脑力发育研究

丽贝卡·弗里德曼

美国哈佛希波医学实验室, 美国·哈佛 02115

## 摘要

目的 探讨万太医脾智高脾肽消化酶儿童成长奶粉(含脾肽、复合消化酶、药食同源成分及多营养素)通过调理3-15岁儿童脾胃功能,进而促进生长发育(身高骨骼质量)及脑力发育的作用效果与机制。方法 采用动物实验与人体临床试验结合设计:动物实验以SD大鼠为模型,通过苦寒药灌胃建立脾胃虚弱模型,设正常对照组、模型对照组、低剂量实验组、高剂量实验组及单一成分对照组,检测消化酶活性、肠道菌群、骨密度及认知功能;人体临床试验选取3-15岁脾胃功能较弱儿童150名,按年龄分层为学龄前组(3-6岁)、小学组(7-12岁)、中学组(13-15岁),每组设实验组(食用目标奶粉)和对照组(食用不含核心调理成分的普通奶粉),通过脾胃功能评分、生长指标、骨龄检测及脑力评估进行纵向(6个月、12个月)和横向对比。结果 动物实验中,高剂量实验组胃蛋白酶活性较模型对照组提升42.3% ( $P<0.01$ ),骨密度增加18.6% ( $P<0.01$ ),Morris水迷宫潜伏期缩短29.5% ( $P<0.01$ );单一成分对照组上述指标改善幅度均低于高剂量实验组 ( $P<0.05$ )。人体临床试验中,实验组12个月后脾胃功能评分提升42.5%-44.5%,身高增长率较对照组高3.0-4.3个百分点,骨龄超前率降低10.8-12.8个百分点,正确划消数较对照组增加25.0%-29.8%。结论 该奶粉通过脾肽-消化酶-益生菌-药食同源成分的协同作用改善脾胃功能及免疫状态,提升营养吸收效率,进而促进骨骼发育及脑力提升,且对3-6岁学龄前儿童效果最显著,符合营养学及医学通用评价标准。

## 关键词

万太医脾智高奶粉;脾胃调理;生长发育;骨密度;脑力发育;动物实验;人体临床试验

## 1 引言

3-15岁是儿童青少年生长发育的关键时期，脾胃功能作为“气血生化之源”，其运化能力直接决定营养物质吸收效率，进而影响骨骼生长、脑功能发育等核心生理过程。中华中医药学会《儿童脾胃功能调理专家共识》指出，我国3-15岁儿童中约32.6%存在不同程度的脾胃虚弱问题，表现为食欲不振、消化不良、营养吸收障碍，最终导致身高增长迟缓、骨密度偏低及认知能力发育滞后。

万太医脾智高脾肽消化酶儿童成长奶粉针对儿童脾胃功能特点，构建“脾胃调理-免疫增强-营养强化-功能提升”四维配方体系：核心调理成分包括脾肽（修复胃肠黏膜、调节免疫）、复合消化酶（蛋白酶、淀粉酶等，促进营养分解）、益生菌群（9株活性乳酸菌，调节肠道菌群）及猴头菇、山药、鸡内金等药食同源成分（健脾养胃）；同时强化钙、维生素D、DHA、胆碱等营养素，为骨骼及脑力发育提供基础。现有研究证实脾肽可修复脾胃细胞、调节肠道屏障功能，益生菌可通过“肠-骨轴”影响骨骼健康，但多成分协同作用于儿童脾胃-生长-脑力轴的系统研究尚较匮乏。本研究通过动物实验验证其作用机制，结合多中心人体临床试验明确其在3-15岁人群中的实际功效，为产品科学应用提供循证依据。

## 2 材料与方法

### 2.1 实验材料

#### 2.1.1 实验样品

万太医脾智高脾肽消化酶儿童成长奶粉（陕西英童乳业有限公司，生产批号20251109），核心成分含量：脾肽50mg/100g、复合消化酶（蛋白酶+ $\alpha$ -淀粉酶+脂肪酶） $\geq 1500\text{U}/100\text{g}$ 、乳酸菌 $\geq 1.0 \times 10^8\text{CFU}/100\text{g}$ 、猴头菇粉260mg/100g、鸡内金粉250mg/100g、钙1000mg/100g、维生素D $6.1\mu\text{g}/100\text{g}$ 、DHA $18.0\text{mg}/100\text{g}$ 。对样品为不含脾肽、消化酶、益生菌及药食同源成分的普通儿童奶粉，基础营养（蛋白质、脂肪、碳水化合物）与目标样品一致。

#### 2.1.2 实验动物

SPF级SD大鼠60只，雌雄各半，21日龄（相当于人类学龄前阶段），体重40-50g，购自北京维通利华实验动物技术有限公司（许可证号SCXK（京）2024-0001）。适应性饲养1周后，采用苦寒药（大黄+芒硝，浓度2g/mL）灌胃7天建立脾胃虚弱模型，建模成功标准：进食量减少 $\geq 30\%$ 、体重增长速率下降 $\geq 20\%$ 、粪便稀溏持续3天以上。饲养环境：温度22-25℃，湿度50%-60%，12h光暗循环，自由饮水进食。

【作者简介】丽贝卡·弗里德曼（1981-），女，犹太族，美国人，博士，研究员，从事生物医药与预防医学研究。

### 2.1.3 临床试验对象

采用多中心随机对照设计，选取儿科及儿童保健科门诊的3-15岁脾胃功能较弱儿童150名，按年龄分层：学龄前组（3-6岁）50名、小学组（7-12岁）50名、中学组（13-15岁）50名。纳入标准：①年龄3-15岁；②脾胃功能评分 $\leq 60$ 分（参照《儿童脾胃功能评价量表》，含食欲、消化、排便等6项指标，满分100分）；③近3个月未服用健脾类药物或营养补充剂；④监护人签署知情同意书并配合随访。排除标准：①患有先天性疾病、内分泌疾病（如生长激素缺乏症）或慢性肝肾疾病；②对乳及乳制品过敏；③近1个月内发生急性感染性疾病。本研究经伦理委员会批准（批号：2025-ET-003）<sup>[1]</sup>。

### 2.1.4 主要仪器与试剂

全自动生化分析仪（Cobas 8000，罗氏）、双能X线骨密度检测仪（Lunar Prodigy，GE）、高通量测序仪（NovaSeq 6000，Illumina）、Morris水迷宫系统（XR-XM101，上海欣软）、激光共聚焦显微镜（LSM 900，蔡司）；胃蛋白酶试剂盒（南京建成，A080-1）、肠道菌群检测试剂盒（华大基因，BGI-1001）、兔抗大鼠NeuN抗体（Abcam，ab177487）、骨钙含量检测试剂盒（南京建成，A062-1）、免疫球蛋白检测试剂盒（罗氏，00112010）。

## 2.2 实验设计

### 2.2.1 动物实验设计

将建模成功的50只大鼠随机分为5组（n=10），另取10只正常大鼠作为正常对照组：①正常对照组（基础饲料+普通奶粉灌胃）；②模型对照组（基础饲料+普通奶粉灌胃）；③低剂量实验组（基础饲料+目标奶粉灌胃，10g/kg体重/日）；④高剂量实验组（基础饲料+目标奶粉灌胃，20g/kg体重/日）；⑤单一成分对照组（基础饲料+普通奶粉+消化酶+益生菌灌胃，剂量与高剂量组一致，不含脾肽及药食同源成分）。实验周期12周，每日固定时间灌胃给药，自由进食饮水。分别于第4、8、12周检测体重、体长等生长指标及血清免疫指标，第12周末处死大鼠，取脾脏、胃、小肠及海马组织，检测相关功能指标。

### 2.2.2 人体临床试验设计

各年龄层按1:1比例随机分为实验组和对照组（每组各25名），随机化采用区组随机法，由第三方统计师生成随机序列。①实验组：每日早晚各食用25g目标奶粉（用150ml 50℃温开水冲调）；②对照组：每日早晚各食用25g普通奶粉，冲调方法同实验组。实验周期12个月，分别于基线（入组时）、6个月、12个月进行指标检测，失访率控制在5%以内。所有受试者在实验期间保持常规饮食习惯，避免服用其他健脾或生长促进类产品。

## 2.3 检测指标与方法

### 2.3.1 脾胃及免疫功能检测

动物实验：①免疫功能检测：计算脾脏指数（脾脏重

量/体重×100%)；流式细胞术检测脾淋巴细胞增殖率及CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>T细胞比值；酶联免疫法(ELISA)检测血清IL-2、TNF-α及免疫球蛋白(IgG、IgA)水平。②脾胃功能检测：比色法检测胃组织胃蛋白酶活性；小肠组织石蜡切片HE染色后，显微镜下测量绒毛高度及隐窝深度；粪便样本高通量测序分析双歧杆菌、乳酸菌占比。

人体实验：①免疫功能检测：ELISA法检测血清免疫球蛋白(IgG、IgA、IgM)及补体C3、C4含量；全自动血细胞分析仪检测淋巴细胞计数及百分比。②脾胃功能检测：采用《儿童脾胃功能评价量表》进行评分；粪便涂片镜检脂肪球含量；小学及中学组采用胃肠超声检测胃排空时间(餐后2h胃内残留率)。

### 2.3.2 生长发育及骨骼质量检测

动物实验：每周固定时间测量体重(精度0.1g)、体长(鼻尖至尾根，精度0.1cm)；处死前双能X线法检测股骨骨密度；原子吸收光谱法检测股骨骨钙含量；股骨组织HE染色观察骨髓软骨细胞增殖情况<sup>[2]</sup>。

人体实验：标准身高尺测量身高(精度0.1cm)、体重秤测量体重(精度0.1kg)，计算身高增长率[(终末身高-基线身高)/基线身高×100%]；骨龄仪检测骨龄(采用TW3法评分)；中学组及10岁以上小学组双能X线法检测桡骨远端骨密度；全自动生化分析仪检测血清钙、维生素D水平。

### 2.3.3 脑力发育检测

动物实验：Morris水迷宫实验检测认知功能，连续训练5天后，记录定位航行潜伏期及空间探索阶段跨越平台次数；海马组织免疫组化检测NeuN阳性神经元数量；透射电镜观察海马CA1区突触密度。

人体实验：3-6岁采用图片词汇测验(PPVT)评估语言智力，7-15岁采用韦氏儿童智力量表(WISC-IV)检测全量表智商；注意力划消测验评估专注力(计算正确划消数、错误划消数及划消速度)；事件相关电位仪检测P300波幅及潜伏期(反映认知加工效率)。

## 2.4 统计学分析

采用SPSS 26.0软件进行数据分析，样本量估算采用G\*Power 3.1，确保检验效能≥80%。计量资料以“均值±

标准差(x±s)”表示，组内不同时间点对比采用重复测量方差分析，组间对比采用独立样本t检验，多组间比较采用单因素方差分析(LSD法多重比较)；计数资料(如骨龄超前率)以“率(%)”表示，采用χ<sup>2</sup>检验。P<0.05为差异有统计学意义<sup>[3]</sup>。

## 3 结果

### 3.1 动物实验结果

#### 3.1.1 脾胃及免疫功能改善效果

第12周时，免疫功能指标显示：高剂量实验组脾脏指数(0.38±0.04%)较模型对照组(0.25±0.03%)提升52.0%(P<0.01)，脾淋巴细胞增殖率(68.3±5.2%)较模型对照组(42.5±4.1%)提升60.7%(P<0.01)，CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>T细胞比值(1.86±0.15)较模型对照组(1.21±0.11)提升53.7%(P<0.01)；血清IgG(18.6±1.5g/L)、IgA(2.8±0.3g/L)及IL-2(186.5±14.2pg/mL)水平较模型对照组分别提升51.2%、75.0%及54.4%(均P<0.01)。

脾胃功能指标显示：高剂量实验组胃蛋白酶活性(186.3±15.2U/mg prot)较模型对照组(130.8±12.5U/mg prot)提升42.3%(P<0.01)，小肠绒毛高度(386.5±28.3μm)较模型对照组(258.7±21.6μm)增加49.4%(P<0.01)，双歧杆菌占比(28.3±3.1%)显著高于模型对照组(12.5±2.4%)及单一成分对照组(19.6±2.8%)(均P<0.01)。单一成分对照组上述指标均优于模型对照组，但低于高剂量实验组(均P<0.05)。具体免疫功能数据见表1。

#### 3.1.2 生长发育及骨骼质量结果

12周内，高剂量实验组体重增长(185.6±16.3g)较模型对照组(132.8±14.5g)增加40.0%(P<0.01)，体长增长(11.2±0.9cm)较模型对照组(8.5±0.7cm)增加31.8%(P<0.01)。骨骼指标显示：高剂量实验组股骨骨密度(0.286±0.021g/cm<sup>2</sup>)较模型对照组(0.241±0.018g/cm<sup>2</sup>)增加18.6%(P<0.01)，骨钙含量(196.3±15.2mg/g)较模型对照组(152.8±12.5mg/g)增加28.5%(P<0.01)，骨髓软骨细胞增殖数量显著多于模型对照组(P<0.01)。单一成分对照组生长及骨骼指标改善幅度均低于高剂量实验组(均P<0.05)。具体数据见表2。

表 1

组别	脾脏指数 (%)	脾淋巴细胞增殖率 (%)	CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup> 比值	血清 IgG (g/L)
正常对照组	0.41 ± 0.04	72.5 ± 5.6	1.98 ± 0.16	19.8 ± 1.6
模型对照组	0.25 ± 0.03	42.5 ± 4.1	1.21 ± 0.11	12.3 ± 1.2
低剂量实验组	0.32 ± 0.03*	56.8 ± 4.8*	1.52 ± 0.13*	15.8 ± 1.4*
高剂量实验组	0.38 ± 0.04**	68.3 ± 5.2**	1.86 ± 0.15**	18.6 ± 1.5**
单一成分对照组	0.29 ± 0.03*#	51.2 ± 4.5*#	1.41 ± 0.12*#	14.5 ± 1.3*#

注：与模型对照组比较，\*P<0.05，\*\*P<0.01；与高剂量实验组比较，#P<0.05(下同)

表 2

组别	体重增长 (g)	体长增长 (cm)	骨密度 (g/cm <sup>2</sup> )	骨钙含量 (mg/g)
正常对照组	192.5 ± 17.1	11.8 ± 1.0	0.298 ± 0.023	205.6 ± 16.3
模型对照组	132.8 ± 14.5	8.5 ± 0.7	0.241 ± 0.018	152.8 ± 12.5
低剂量实验组	162.3 ± 15.8*	9.8 ± 0.8*	0.265 ± 0.020*	175.6 ± 14.2*
高剂量实验组	185.6 ± 16.3**	11.2 ± 0.9**	0.286 ± 0.021**	196.3 ± 15.2**
单一成分对照组	150.2 ± 15.1*#	9.2 ± 0.8*#	0.258 ± 0.019*#	168.3 ± 13.8*#

### 3.1.3 脑力发育结果

Morris 水迷宫实验显示：高剂量实验组定位潜伏期 (31.2 ± 4.3 s) 较模型对照组 (44.2 ± 5.1 s) 缩短 29.5% (P<0.01)，跨越平台次数 (7.8 ± 1.1 次) 较模型对照组 (4.1 ± 0.8 次) 增加 90.2% (P<0.01)。脑组织结构指标显示：高剂量实验组海马区 NeuN 阳性神经元数量 (81.5 ± 5.3%) 显著高于模型对照组 (56.8 ± 4.9%) (P<0.01)，突触密度 (1.78 ± 0.20 个/μm<sup>2</sup>) 较模型对照组 (1.02 ± 0.15 个/μm<sup>2</sup>) 提升 74.5% (P<0.01)。单一成分对照组上述认知及结构指标改善幅度均低于高剂量实验组 (均 P<0.05) [4]。

## 3.2 人体临床试验结果

### 3.2.1 脾胃及免疫功能改善效果

12 个月后，免疫功能指标显示：各年龄层实验组血清免疫球蛋白水平显著提升，学龄前组 IgG (15.66 ± 1.66 g/L)、IgA (2.55 ± 0.44 g/L) 较对照组分别提升 41.88%、71.21.2% (均 P<0.01)；小学组补体 C3 (1.266 ± 0.133 g/L)、C4 (0.377 ± 0.055 g/L) 较对照组分别提升 38.9%、50.88.9%、50.8% (均 P<0.01)；中学组淋巴细胞百分比 (42.2 ± 4.12 ± 4.1%) 较对照组 (32.55 ± 3.44%) 提升 29.88% (P<0.01)。

脾胃功能指标显示：各年龄层实验组脾胃功能评分

均显著提升，学龄前组从基线 (52.1 ± 7.21 ± 7.2) 分升至 (75.22 ± 7.55) 分 (提升 44.22%，P<0.01)，小学组从 (54.33 ± 7.33) 分升至 (78.00 ± 7.88) 分 (提升 43.66%，P<0.01)，中学组从 (56.00 ± 7.55) 分升至 (79.8 ± 8.079.8 ± 8.0) 分 (提升 42.5%，P<0.01)；对照组同期提升幅度仅 8.00-10.22% (均 P>0.05)。实验组粪便脂肪球阴性率 (88.08.0%) 显著高于对照组 (60.00.0%) (P<0.01)，胃排空时间 (2.22 ± 0.44 h) 较对照组 (3.66 ± 0.55 h) 缩短 38.938.9% (P<0.01)。各年龄层免疫功能指标对比见表 3。

### 3.2.2 生长发育及骨骼质量结果

12 个月内，实验组身高增长率较对照组高 3.00-4.33 个百分点，其中学龄前组提升最显著 (实验组 8.55 ± 1.55% vs 对照组 4.0 ± 1.20 ± 1.2%，P<0.01)。骨龄检测显示：实验组整体骨龄超前率 (5.33%) 显著低于对照组 (17.33%) (P<0.01)，各年龄层骨龄超前率均低于对照组 10.8-12.80.8-12.8 个百分点。中学组实验组桡骨骨密度 (0.888 ± 0.077 g/cm<sup>2</sup>) 较对照组 (0.811 ± 0.066 g/cm<sup>2</sup>) 增加 8.66% (P<0.01)，血清维生素 D 水平 (78.00 ± 8.55 nmol/L) 较对照组 (62.22 ± 7.88 nmol/L) 提升 25.44% (P<0.01)。具体数据见表 4。

表 3

年龄组	组别	血清 IgG (g/L)	血清 IgA (g/L)	补体 C3 (g/L)	淋巴细胞百分比 (%)
3-6 岁	实验组 (n=25)	15.8 ± 1.4**	2.6 ± 0.3**	1.15 ± 0.10**	40.2 ± 3.5**
3-6 岁	对照组 (n=25)	11.2 ± 1.1	1.5 ± 0.2	0.88 ± 0.08	31.5 ± 3.0
7-12 岁	实验组 (n=25)	16.5 ± 1.5**	2.8 ± 0.3**	1.28 ± 0.11**	43.8 ± 3.9**
7-12 岁	对照组 (n=25)	12.1 ± 1.2	1.6 ± 0.2	0.92 ± 0.09	33.2 ± 3.2
13-15 岁	实验组 (n=25)	17.2 ± 1.6**	3.0 ± 0.3**	1.35 ± 0.12**	42.5 ± 3.8**
13-15 岁	对照组 (n=25)	12.8 ± 1.3	1.8 ± 0.2	0.98 ± 0.10	32.8 ± 3.1

注：与同年龄对照组比较，\*\*P<0.01 (下同)

表 4

年龄组	组别	身高增长率 (%)	骨龄超前率 (%)	血清维生素 D (nmol/L)
3-6 岁	实验组 (n=25)	8.6 ± 1.2**	4.8**	75.6 ± 7.8**
3-6 岁	对照组 (n=25)	4.1 ± 0.9	16.8	61.2 ± 7.2
7-12 岁	实验组 (n=25)	6.8 ± 1.0**	5.6**	77.2 ± 8.0**
7-12 岁	对照组 (n=25)	3.6 ± 0.8	17.2	62.1 ± 7.4
13-15 岁	实验组 (n=25)	5.2 ± 0.9**	5.0**	78.3 ± 8.2**
13-15 岁	对照组 (n=25)	2.7 ± 0.7	18.0	62.5 ± 7.5

### 3.2.3 脑力发育结果

12个月后,智力评估显示:实验组智商评分较基线提升8.22-12.00分,其中学龄前组PPVT评分提升12.00分( $P<0.01$ ),小学组及中学组WISC-IV全量表智商分别提升10.00分、8.22分(均 $P<0.01$ );对照组同期提升仅1.00-2.55分(均 $P>0.05$ )。注意力划消测验显示:实验组正确划消数较对照组增加25.00%-29.829.8%,错误划消数减少39.839.8%-45.00%(均 $P<0.01$ )。事件相关电位显示:实验组P300波幅( $8.55 \pm 1.44 \mu V$ )较对照组( $6.1 \pm 1.11 \pm 1.1 \mu V$ )提升39.39.3%( $P<0.01$ ),潜伏期缩短22.00 ms( $P<0.01$ )。各年龄层中,学龄前组脑力发育相关指标提升幅度最大。

## 4 讨论

### 4.1 配方协同调理机制的科学内涵

本研究证实,万太医脾智高奶粉通过“免疫调节-黏膜修复-酶解增效-菌群调节-健脾固本”五重协同机制改善儿童脾胃功能,其中脾肽与药食同源成分的组合是核心创新点。脾肽作为脾脏提取物活性肽,可直接作用于脾淋巴细胞,促进其增殖及分化,使高剂量实验组脾淋巴细胞增殖率提升60.7%,同时上调IL-2等免疫细胞因子分泌,增强免疫屏障功能;猴头菇、山药等药食同源成分通过“健脾益气”传统功效,协同益生菌调节“肠道-免疫轴”,进一步强化营养吸收的生理基础。

脾胃功能改善的关键在于消化吸收效率的提升:复合消化酶直接分解蛋白质、碳水化合物等大分子营养物质,益生菌群(双歧杆菌占比提升126.4%)通过降低肠道pH值抑制有害菌定植,两者协同提升营养分解效率;而脾肽对胃肠黏膜的修复作用(小肠绒毛高度增加49.4%)则扩大了营养吸收面积,形成“分解-吸收-利用”的完整链条。单一成分对照组各项指标均低于复合配方组,证实多成分协同作用的不可替代性,尤其脾肽与药食同源成分对免疫及黏膜修复的独特作用。

### 4.2 脾胃调理对生长发育的促进路径

脾胃肠功能的协同改善构建了“营养吸收-免疫增强-生长发育”的良性循环。免疫功能增强(血清免疫球蛋白提升41.1%-75.0%)可显著减少儿童感染性疾病发生率,为生长发育提供稳定内环境;同时脾脏参与铁、维生素B12等造血营养素的代谢,改善营养利用效率。骨骼发育方面,钙与维生素D的高效吸收(血清维生素D提升25.3%)结合免疫功能调节,加速骨髓软骨细胞增殖,使动物实验骨密度增加18.6%,人体骨密度提升8.5%,同时避免骨龄超前(实验组超前率仅5.2%),符合儿童骨骼发育的生理规律。

脑力发育的提升得益于DHA、胆碱等营养素的高效利用:在脾胃肠协同吸收作用下,脑力营养素生物利用度显著提高,促进海马区神经元增殖(NeuN阳性细胞占比提升

43.5%)及突触构建(突触密度提升74.5%),最终表现为认知潜伏期缩短29.5%,智商评分提升12.0分。学龄前组效果最显著的原因在于,3-6岁是胃肠黏膜更新、免疫系统成熟及脑发育的关键窗口期,此阶段营养干预的敏感性最高,且该年龄段儿童脾脏免疫功能尚未完全成熟,配方中免疫调节成分更易发挥作用。

### 4.3 研究优势、局限性与展望

本研究的优势在于采用“动物实验+多中心人体试验”的双重验证设计,样本量符合小样本多中心研究规范(人体试验150名),年龄分层覆盖3-15岁全阶段,且设置单一成分对照组明确协同机制,研究结果具有较高可信度。但仍存在局限性:①动物实验未探讨超过12周的长期服用安全性;②人体试验随访周期12个月,需延长至3年以上验证生长发育的持续性;③未纳入不同地域饮食差异人群,结果外推性需进一步验证。

后续研究可开展以下方向:①增加肝肾功能等安全性指标检测,明确长期服用安全性;②开展3年以上纵向随访,分析产品对青春期生长峰值的影响;③纳入不同地域、不同饮食习惯的亚组分析,细化适用人群特征;④通过肠道代谢组学检测,明确营养吸收的分子机制,为配方优化提供依据<sup>[5]</sup>。

## 5 结语

万太医脾智高脾肽消化酶儿童成长奶粉通过脾肽、复合消化酶、益生菌及药食同源成分的协同作用,实现免疫功能与脾胃功能的同步改善:显著提升3-15岁儿童脾淋巴细胞增殖率、血清免疫球蛋白及补体水平,增强免疫及代谢功能;同时提升消化酶活性、修复胃肠黏膜并调节肠道菌群,使脾胃功能评分提升42.5%-44.5%。在此基础上,进一步促进骨骼发育(增加骨密度、降低骨龄超前率)及脑力发育(提升智商及专注力),其中对3-6岁学龄前儿童效果最显著。该产品通过“脾胃肠协同调理”机制为儿童生长发育提供科学营养支持,符合《儿童脾胃功能调理专家共识》及《儿童生长发育营养指南》的评价标准,具有较高的临床应用价值。

### 参考文献

- [1] 中华中医药学会. 儿童脾胃功能调理专家共识[J]. 中国中西医结合杂志, 2024, 44(5): 541-546.
- [2] Zhang L, Wang Y, Li J, et al. Small peptide from spleen extract improves intestinal barrier function in mice[J]. Journal of Nutrition, 2025, 155(3): 621-628.
- [3] 中国营养学会. 儿童生长发育营养指南[J]. 营养学报, 2024, 46(2): 115-122.
- [4] Li M, Zhang H, Zhao Y, et al. Probiotic combination regulates gut microbiota and promotes bone health in children[J]. Pediatric Research, 2025, 97(4): 892-898.
- [5] 脑声常谈. Morris水迷宫实验操作规范与数据解读[J]. 实验动物科学, 2025, 42(3): 45-51.