

# 膳食纤维对成年人饮食中脂溶性维生素 A、D、E、K 及水溶性维生素 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、C 吸收的影响

王洪允

(北京协和医院临床药理中心)



## 膳食纤维对成年人饮食中脂溶性维生素 A、D、E 及水溶性维生素 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、C 吸收的影响

报告人：王洪允、李宁  
 单位：北京协和医院 临床药理中心 营养科

Phase 1 (8/11) Clinical Pharmacology Research Center

## 项目背景

- 膳食纤维：维护健康所必需的营养素之一
  - 营养生理作用：调节血糖；防止血脂过高；控制体重；通便等等。
  - 种类很多，分为可溶性、不溶性膳食纤维。
- 膳食纤维对营养状况影响的研究：
  - 在血糖和血脂影响方面的研究较多—积极作用；
  - 在维生素等营养素的吸收及调控方面的研究较少：
    - 国内文献很少；国外研究多数停留在动物实验上，人体试验资料不多且存在许多争议

Phase 1 (8/11) Clinical Pharmacology Research Center 2

## 项目的研究目标

- 采用代谢动力学的方法，研究膳食纤维对人体维生素吸收的影响
  - 脂溶性维生素 A、D、E
  - 水溶性维生素 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、C
- 积累人体研究资料，为今后膳食纤维的合理有效利用提供科学依据和参考

Phase 1 (8/11) Clinical Pharmacology Research Center 3

## 试验设计概述

- 开放、随机、两周期、交叉试验设计
- 受试者人数：12人



Phase 1 (8/11) Clinical Pharmacology Research Center 4

## 受试者

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>入选标准</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 年龄20-55岁</li> <li>• 无心、肝、胃、消化道疾病的病史</li> <li>• 血、尿常规、粪便检查及血生化检查无临床意义上的异常</li> <li>• 实验前至少3周内未服用任何营养补充剂</li> <li>• 未服用任何影响营养素吸收及代谢的药物（减肥药、促胃肠动力药、促消化吸收药）</li> <li>• 签署知情同意书</li> </ul> | <p><b>排除标准</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 不符合上述入选标准者</li> <li>• 实验中不能遵守实验设计要求者</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;"> <p><b>受试者饮食和生活方式</b></p> <p>在实验期间及洗脱期内，受试者的饮食及生活方式不应有很大改变，以免干扰实验结果。<br/>                     受试者饮食中待测营养素摄入量应保持差别不大。</p> </div> |
|---|--|

Phase 1 (8/11) Clinical Pharmacology Research Center 5

## 低膳食纤维试验餐（基本膳食）

- 基本膳食中不含（或含极少量）维生素及膳食纤维；
- 碳水化合物、蛋白质和脂肪三大营养素分别由玉米淀粉、乳清蛋白粉和黄油来构成；
- 三大营养素占热比按均衡饮食要求：Pr, 12-15%；Fat, 25-30%；CHO, 60-65%



Phase 1 (8/11) Clinical Pharmacology Research Center 6

## 低膳食纤维试验餐配方

食物种类	食物量	蛋白质	脂肪	碳水化合物
乳清蛋白粉 (g)	16	12	1.5	1.2
玉米淀粉 (g)	71	0.9	-	60
黄油 (g)	12	-	1	-
总计	99	13	13.5	61
实际热比%	417.5Kcal	12.5	29.1	58.4

早餐



Phase 1 (8/1)

Clinical Pharmacology Research Center 7

## 高膳食纤维试验餐

- 在基本膳食基础上，添加高剂量复合纤维膳食：16g/餐
- 复合膳食纤维：魔芋精粉+燕麦纤维+玉米纤维。
- 可溶性膳食纤维：不溶性膳食纤维=6:4

纤维种类	添加量(g)	纤维(g)	Pr(g)	Fat(g)	CHO(g)
魔芋精粉	9	8	-	-	-
燕麦纤维	5.8	2	1.5	0	1.5
玉米纤维	8.7	6	0.7	0.4	0.5
总计	23.5	16	2.2	0.4	2.0

以中国营养学会的推荐量为基本依据，中等量膳食纤维添加量为15g/d，相当于1kg/餐

Phase 1 (8/1)

Clinical Pharmacology Research Center 8

## 维生素的添加

营养素	添加量	RDA (男)	RDA (女)	UL
维生素A	3000µg	800µg	700µg	3000 µg
维生素D	20 µg	5(10)µg	5(10)µg	20 µg
维生素E	60mg	14mg	14mg	800mg
维生素B1	50mg	1.4(1.3)mg	1.3mg	50mg
维生素B2	50mg	1.4mg	1.2(1.4)mg	-
维生素C	1000mg	100mg	100mg	1000mg

为减轻人体维生素基线对试验的干扰，所用剂量基本为中国营养学会的膳食营养素参考摄入量的高限

Phase 1 (8/1)

Clinical Pharmacology Research Center 9

## 临床试验过程

- 在试验日早晨8:00，受试者抽取空腹血样 (0h) 后，以200ml水送服多种维生素，随即在30分钟内食用高或低膳食纤维试验早餐。
- 从受试者进食开始计时，采集餐后0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0和8.0h静脉血样，同时收集受试者餐后0-4h尿样并记录体积。
- 受试者餐后4h内禁水，餐后6h内禁食



Phase 1 (8/1)

Clinical Pharmacology Research Center 10

## 血清和尿样本分析



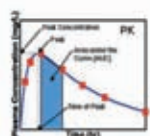
- LC-MS/MS检测血清中维生素A、B2、C、D、E以及尿液中维生素B1含量。

- 质量控制：
  - 方法考核：灵敏度、精密度和准确度的3批次方法学考核。
  - 分析临床样品时，随行测定标准曲线和高、中、低浓度的质控样品以保证测定的准确性。

Phase 1 (8/1)

Clinical Pharmacology Research Center 11

## 数据处理和统计分析



药物浓度-时间曲线

AUC<sub>0-∞</sub>  
WinNolin  
AUC等参数



统计分析

Phase 1 (8/1)

Clinical Pharmacology Research Center 12

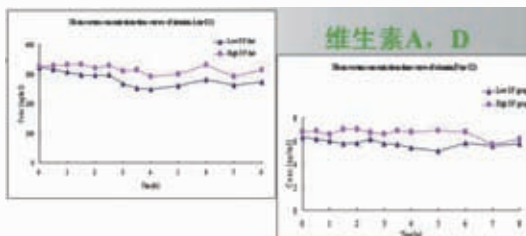
## 研究结果



Phase 1 (8/1)

Clinical Pharmacology Research Center 13

## 维生素A, D

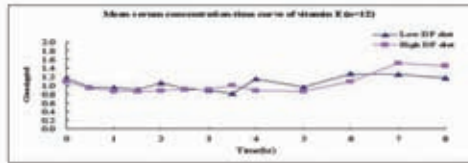


Pharmacokinetic parameters		Low DF diet (mean±SD)	High DF diet (mean±SD)	P value
Vitamin A	C <sub>max</sub> (ng/ml)	318.8 ± 108.2	406.7 ± 148.2	0.338
	AUC (ng·h/ml)	2212.7 ± 759.4	2529.5 ± 1024.4	0.217
Vitamin D	C <sub>max</sub> (ng/ml)	7.4 ± 3.4	8.2 ± 4.3	0.400
	AUC (ng·h/ml)	45.8 ± 18.4	51.7 ± 27.2	0.164

Phase 1 (8/1)

Clinical Pharmacology Research Center 14

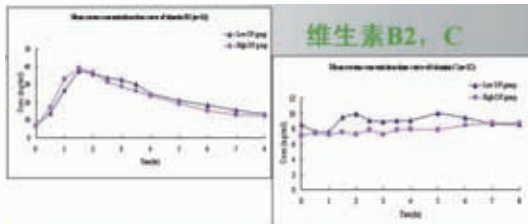
## 维生素E



Pharmacokinetic parameters	Low DF diet (mean±SD)	High DF diet (mean±SD)	P value
Vitamin E $C_{max}$ (ng/ml)	1.8 ± 0.75	1.7 ± 0.41	0.822
AUC (ng·h/ml)	8.0 ± 2.2	8.2 ± 2.0	0.812

Phase 1 (n=11)

Clinical Pharmacology Research Center 15



Pharmacokinetic parameters	Low DF diet (mean±SD)	High DF diet (mean±SD)	P value
Vitamin B2 $C_{max}$ (ng/ml)	51.0 ± 16.56	47.0 ± 16.57	0.419
AUC (ng·h/ml)	103.7 ± 28.7	178.0 ± 85.4	0.534
Vitamin C $C_{max}$ (ng/ml)	11.85 ± 4.75	9.95 ± 3.17	0.540
AUC (ng·h/ml)	73.41 ± 21.79	63.37 ± 18.39	0.487

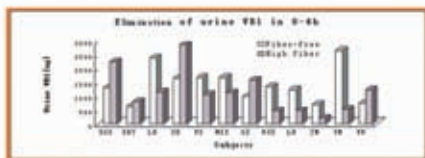
Phase 1 (n=11)

Clinical Pharmacology Research Center 16

## 维生素B1

先试者摄入无纤维膳食及高纤维膳食后0-4小时尿VB1排出量(μg)

	无纤维膳食	高纤维膳食	P值
VB1(μg)	1405.9±634.2	1135.7±772.3	0.339



Phase 1 (n=11)

Clinical Pharmacology Research Center 17

## 研究结论

### 研究结果

血清维生素A、B2、C、D、E的达峰浓度和浓度-时间曲线下面积,以及0-4h尿中维生素B1排出量在高、低膳食纤维组均无统计学差异。

### 初步结论:

高膳食纤维膳食对维生素A、B1、B2、C、D、E在成年人体内的吸收没有明显抑制或促进作用。

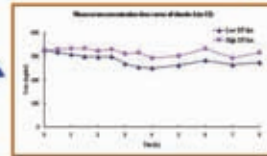
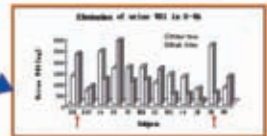
Phase 1 (n=11)

Clinical Pharmacology Research Center 18

## 研究中的问题

• 12名受试者,平均数据;数据个体间变异大。

• 试验设计:  
 ✓未考虑设置维生素平台期;



Phase 1 (n=11)

Clinical Pharmacology Research Center 19

## 项目的创新之处

- 1 双周期、交叉试验设计
- 2 12名中国成年人
- 3 魔芋、玉米、燕麦
- 4 脂溶性和水溶性维生素
- 5 HPLC-MS/MS方法

代谢动力学的试验设计+人体研究+混合膳食纤维+多种维生素

Phase 1 (n=11)

Clinical Pharmacology Research Center 20

## 研究结果应用

- 王洪允, 胡蓓, 李宁, 江骥. 膳食纤维对中国成年人体内多种维生素吸收的营养、营养学报, 2010,32(4):336-340
- 在课题资助下建立的维生素分析平台, 已经应用于北京协和医院许多临床营养学研究工作: 一一维生素D代谢组学; 外科病人维生素C; 等等

Phase 1 (n=11)

Clinical Pharmacology Research Center 21

## 致谢

- 衷心感谢“达能营养中心膳食营养研究与宣教基金”对项目的大力支持;
- 衷心感谢达能基金委张国雄等老师对项目的大力支持
- 衷心感谢江骥、胡蓓老师对课题的指导和支持
- 衷心
- 衷心感谢项目的共同合作者——李宁老师



Phase 1 (n=11)

Clinical Pharmacology Research Center 22