

精准医学背景下的运动营养 ——何去何从

中国营养保健食品协会

常翠青

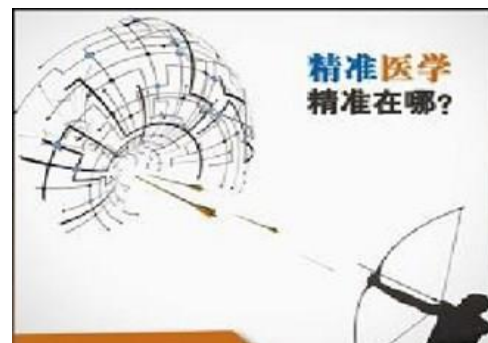
北京大学第三医院 运动医学研究所

中国营养学会 运动营养分会



精准医学

- 一种新的综合评估个体基因、环境和生活方式的差异后所采取的疾病防治方法。
- 精准诊断、精准治疗、精准预防
- 四要素：精准、个体化、准时、共享
- 2015.3.20 奥巴马宣布美国启动精准医学计划
- 2015.3 科技部召开国家首次精准医学战略专家会议，并敲定2030年前，中国精准医疗将投入600亿元。



精准医学的目标

- 疗效最大化
- 损害最小化
- 资源最优化

短期目标：肿瘤治疗

长期目标：疾病、健康管理



精准医学的技术背景



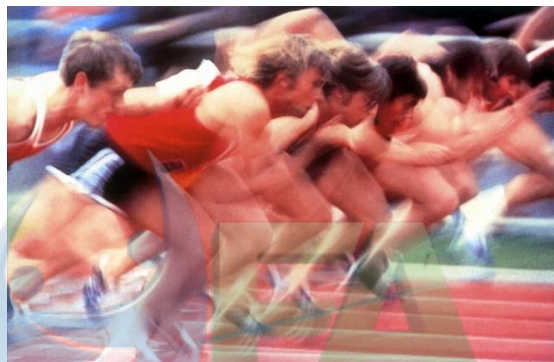


运动营养学

- Sports Nutrition, Sports and Exercise Nutrition, **Nutrition for Fitness & Sports**
- 运动营养学是一门交叉学科。它综合了相互独立却又彼此联系的营养学和人体运动学领域的知识。
- 涉及生理学、生物化学、运动生理学、运动生物化学、医学、营养学等多门学科。
- 用营养学、生理生化学和训练学手段研究和评估运动人体的代谢和体能状况，提供合理营养、恢复手段和指导运动的科学。
- 经过**50**年的发展成为独立学科。
- 在竞技体育、全民健身和运动康复中，发挥增强体能、促进健康的积极作用。

运动营养学研究的对象和领域

- 运动员
- 大众健身者
- 慢病病人



中国营养保健食品协会

- 竞技体育
- 全民健身
- 病人康复



现代竞技体育冠亚之争

—— 0.01秒、0.1厘米

—— 必须靠现代体育科技取胜

—— 运动营养发挥重要作用



- 合理的膳食营养
- 营养强化剂补充
- 运动营养品的合理使用

合理营养有助于改善运动能力

合理营养

预防外伤发生
延缓运动性疲劳的发生
促进恢复

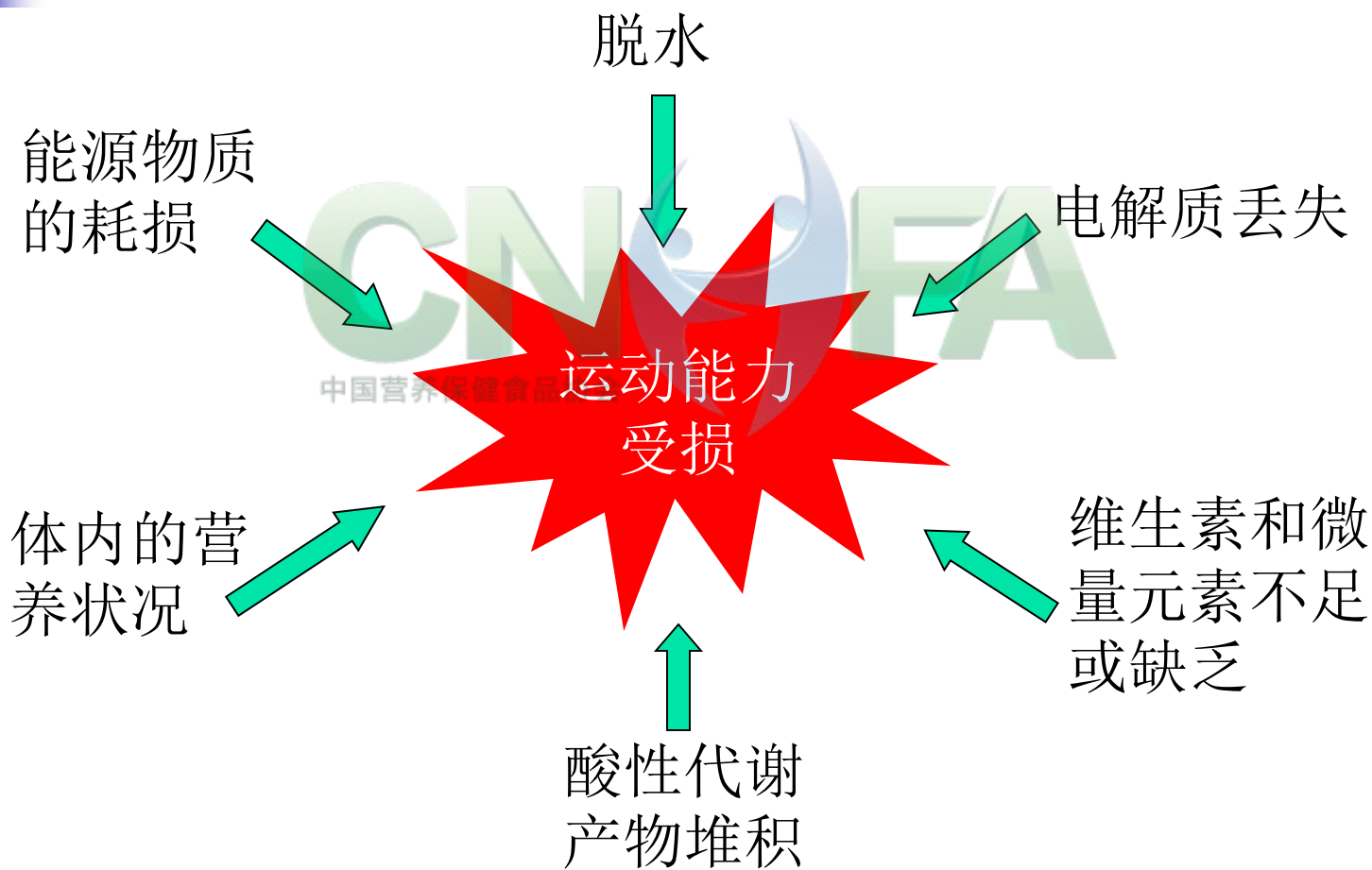
提供适宜能量，维持适宜体重和体脂
保证运动中能源物质良好利用

解决运动训练中的一些特殊医学问题

如快速减体重、长期控体重、女运动员三联征、
运动性贫血、比赛、特殊环境、旅行和人群运动

运动能力
提高

营养不当损害运动能力



运动个体能量和营养素需要

健康素质

体成分

肌肉力量

肌肉耐力

柔韧性

心肺适能

技能素质

灵敏性

平衡

运动协调性

速度

反应时

爆发力

运动个体能量和营养素需要

能量需要

长期营养素需要

短期营养素需要

-他们的决定
-能量限制
-能量补充

-水
-蛋白质
-碳水化合物
-脂肪
-维生素
-矿物质

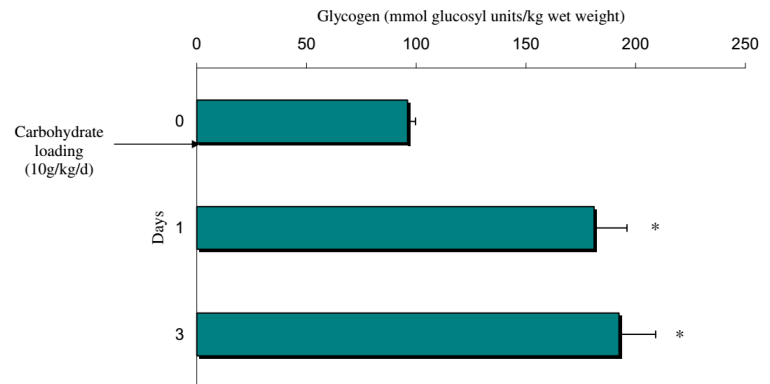
-运动前
-运动中
-运动后

中国营养保健食品协会

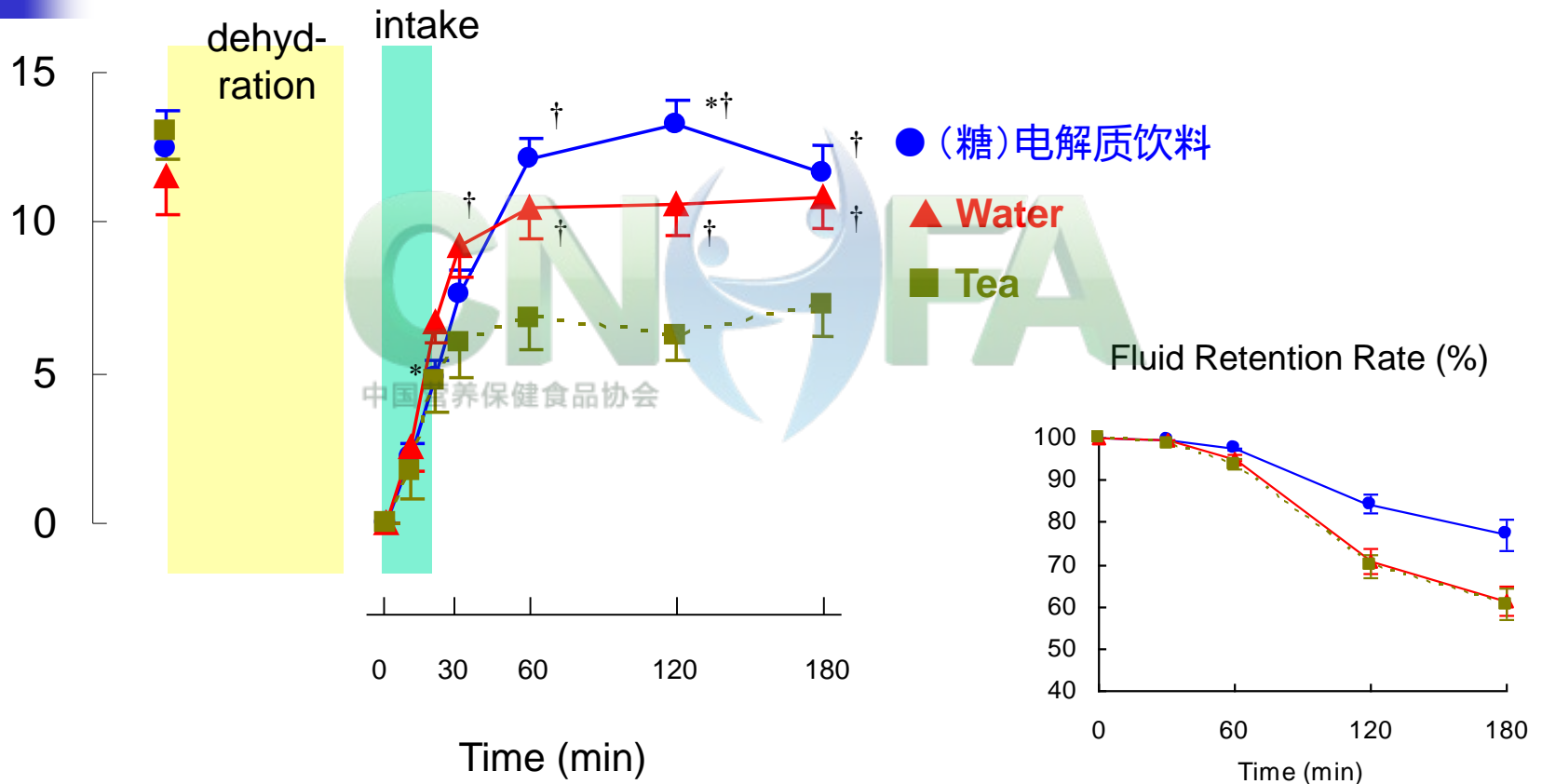
运动员CHO摄入：营养时机Nutrient timing

持续时间和状况	推荐CHO摄入
长期需要：	
恢复：中等强度运动方案（<1h/d,或低强度）	5-7g/kg/d
恢复：耐力训练（1-3h/d, 或高强度运动）	7-10g/kg/d
恢复：剧烈运动方案（>4-5h/d中-高强度运动）	10-12g/kg/d
短期需要：	
优化肌糖原储存	7-10g/kg/d
长时间运动前增加CHO利用	1-4g/kg/d, 运动前1-4h
中等强度或间歇运动>1h,增加CHO利用	0.5-1.0g/kg/h
运动后需要快速恢复肌糖原，恢复时间<4小时	1.2 g /kg/h, 高GI;添加咖啡因（3-8 mg / kg）;混合使用CHO（0.8 g/kg/h）与蛋白质（0.2-0.4 g/kg/h）
运动后快速恢复肌糖原，运动间恢复时间<8h	1g/kg, 运动后即刻，随后1次/2h

Fig. 3. Glycogen concentrations of the vastus lateralis muscle of eight endurance-trained males are shown in the fasted state, before CHO-loading, and 24 and 72 hours after initiation of the CHO-loading diet. The CHO loading diet consisted of 10 g/kg body mass/d of a CHO-rich diet with a high GI. This intake was predominantly achieved with the consumption of maltodextrose-rich beverages. The glycogen stores significantly increase already 24 h after initiation of CHO loading.



运动后30min内分3次饮用不同量糖电解质饮料促进体液恢复



Change in plasma volume during rehydration period.

Values are mean \pm SEM. * $P < 0.05$ vs Water, † $P < 0.05$ vs Tea by paired t-test.

与运动创伤有关的遗传风险因素

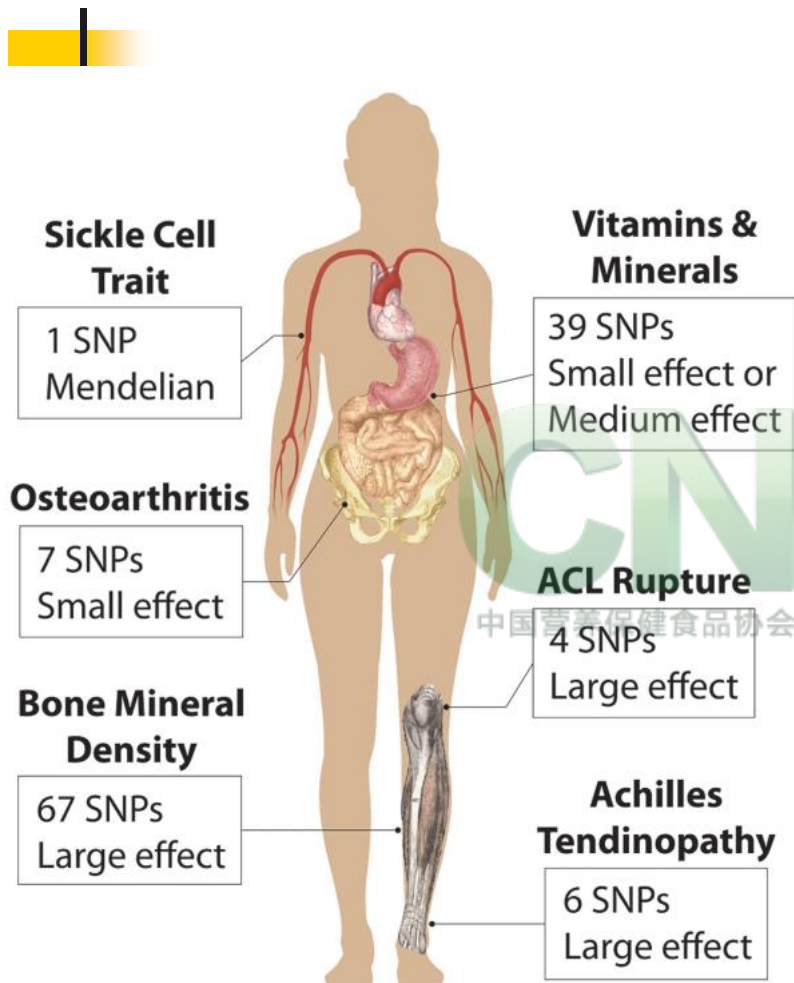


Fig 1. Areas of Interest for Genetic Markers. Six sports related categories were tested in athletes that relate to different injuries or attributes in different locations of the human body. For each category we list the number of associated single nucleotide polymorphisms (SNPs) that we reported on as well as the overall effect size, based on odds ratios or β -coefficients, for having a genetic risk in that category.

Injury/Trait	Number of SNPs	Effect Size *	Level of Evidence **
ACL Rupture	4	Large	Weak
Achilles Tendon Injuries	6	Large	Weak
Bone Mineral Density	67	Large	Strong
Osteoarthritis	7	Small	Strong
Vitamin/Mineral Deficiencies	39	-	-
Iron Biomarkers	8	Small	Moderate
Vitamin E	3	Small	Moderate
Vitamin D	6	Medium	Moderate
Calcium	2	Small	Strong
Magnesium	4	Small	Moderate
B Vitamins	7	Medium	Moderate
Homocysteine	8	Small	Moderate
Phytosterols	3	Small	Moderate
Sickle Cell Trait	1	Mendelian	Strong

Genetic Profile

Trait/Condition	Summary
Bone Mineral Density	Average risk for low bone mineral density
Osteoarthritis	Average risk for osteoarthritis
Achilles Tendinopathy	Increased risk for Achilles tendinopathy
ACL Rupture	Average risk for ACL rupture
Calcium Levels	Increased risk for low calcium levels
Vitamin D	Increased risk for vitamin D deficiency
Vitamin E	Decreased risk for vitamin E deficiency
B Vitamins	Slightly increased risk for B12, B9 and B6 vitamin deficiencies
Magnesium Levels	Average for magnesium levels
Homocysteine Levels	Decreased risk for elevated homocysteine levels
Phytosterol Levels	Average for phytosterol levels
Iron Status	Increased risk for low iron
Sickle Cell Trait	No sickle cell trait

Fig 2. Example Summary of an Athlete's Genetic Profile. Each athlete was given information related to the categories tested. The summary page gives four color-coded risk levels for each trait: decreased risk

轻度矿物质缺乏和长期低维生素水平损害运动能力

N-乙酰半胱氨酸抗氧化、提高运动能力？

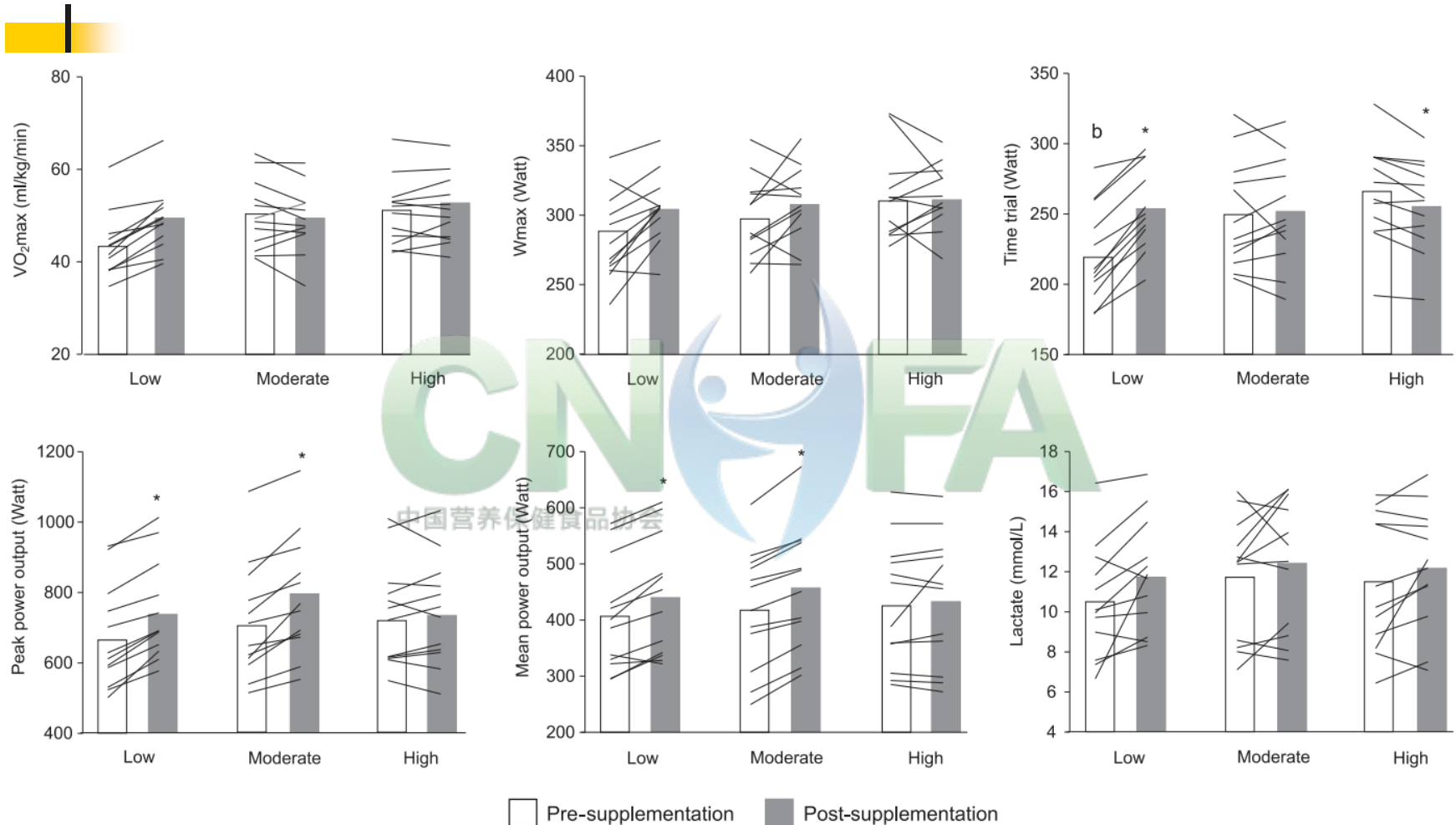


Fig. 3. Exercise performance in the three experimental groups (n = 12 per group) pre and post NAC supplementation (mean ± SD). (*) indicates difference compared to pre-supplementation in the same group, (b) indicates difference between low and high glutathione groups at the same time point.

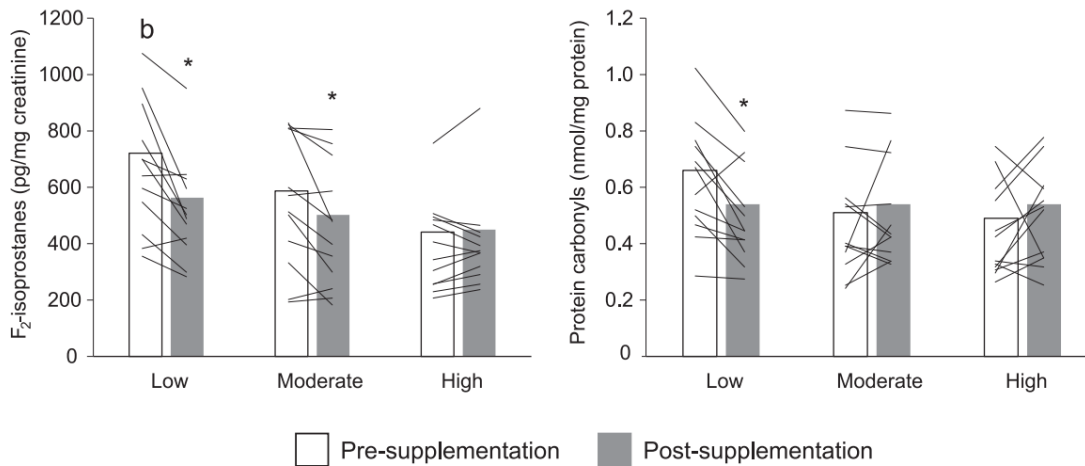
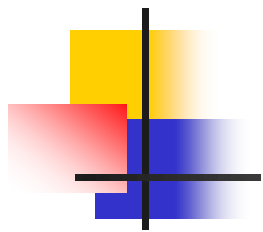


Fig. 4. Oxidative stress biomarkers in the three experimental groups (n = 12 per group) pre and post NAC supplementation (mean ± SD). (*) indicates difference compared to pre-supplementation in the same group, (b) indicates difference between low and high glutathione groups at the same time point.

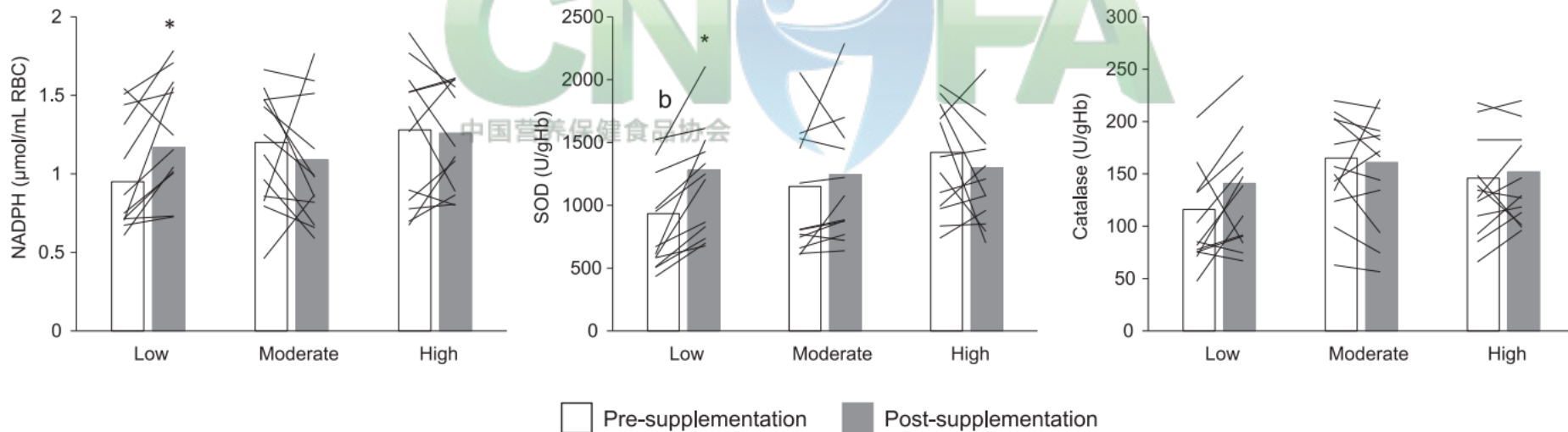
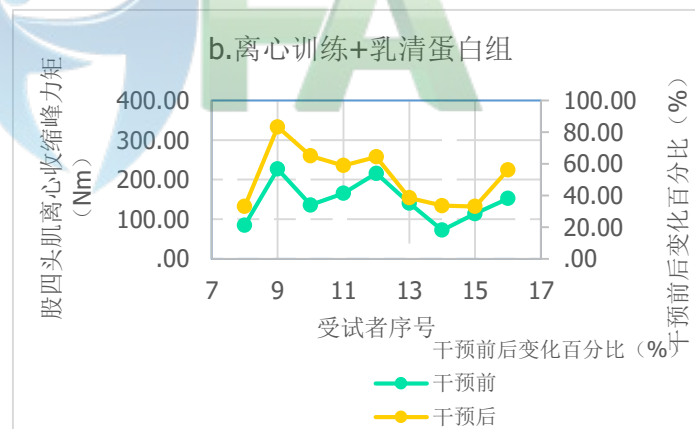
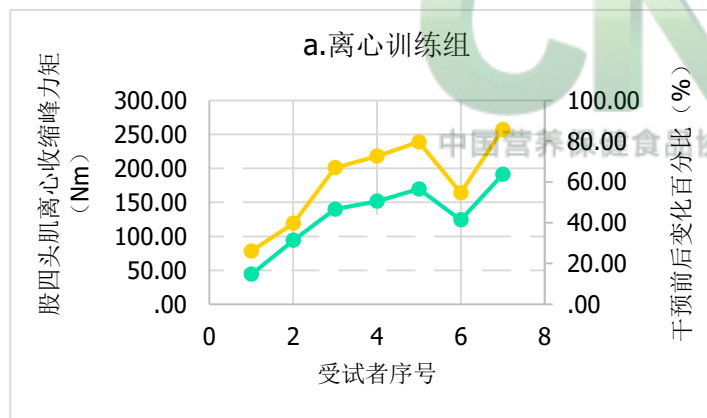


Fig. 5. Glutathione-dependent redox metabolism in erythrocytes in the three experimental groups (n = 12 per group) pre and post NAC supplementation (mean ± SD). (*) indicates difference compared to pre-supplementation in the same group, (a) indicates difference compared to the other two groups at the same time point, (b) indicates difference between low and high glutathione groups at the same time point, (c) indicates difference between moderate and high glutathione groups at the same time point.

术前补充乳清蛋白+离心训练有益于ACL断裂患者肌肉、肌力和功能恢复

分组	N	股四头肌60deg/s等速离心收缩峰力矩Nm			P
		干预前	干预后	干预前后变化百分比 (%)	
离心训练组	7	139.9 (94.1, 169.6)	201 (119, 239) *	41.04 (31.96, 44.03)	0.018
离心+乳清蛋白组	9	140.7 (99.5, 190.55)	224.7 (133.15, 258.6) *	46.74 (17.61, 70.71)	0.008



分组	N	IKDC2000评分(分)		Lysholm评分(分)	
		干预前	干预后	干预前	干预后
离心训练组	6	63.2 (45.1, 85.3)	78.2 (50.2, 83.0)	69 (57, 85.5)	74 (68.5, 84)
离心+乳清蛋白组	7	66.7 (50.6, 72.4)	70.1 (56.3, 78.1)	60 (45, 79)	85 (54, 89) *

* 与干预前比较, P<0.05

运动、膳食营养因素与慢病风险

心血管疾病

证据	降低危险	无关	增加危险
充分可信	规律的体力活动 亚油酸、鱼和鱼油 蔬菜和水果 钾 适量酒精（CHD） 植物甾醇、膳食纤维 健康膳食模式	维生素E 补充剂	饱和脂肪（肉豆蔻油、棕榈油） 反式脂肪酸 高钠 大量酒精（中风）
比较可信	油酸、叶酸 全谷、无盐硬果	硬酯酸	膳食胆固醇、未过滤的煮咖啡
有可能	黄酮、大豆制品		富含月桂酸的脂肪 胎儿期营养不良 胡萝卜素补充剂
不足	钙、镁、维生素C、维生素D		碳水化合物、铁

癌症

证据	降低危险	增加危险
充分可信	体力活动（结肠）	超重/肥胖（食管、结/直肠、乳腺、子宫内膜、肾） 酒精（口腔、咽、喉、食管、肝、乳腺） 黄曲霉毒素（肝） 中式咸鱼（鼻咽） 加工肉制品（2015）
比较可信	水果蔬菜（口腔、食管、胃、结/直肠） 体力活动（乳腺）	腊肉（结/直肠） 盐腌制食物（胃） 烫饮料和食物（口腔、咽、食管） 红肉（2015）
有可能或不足	膳食纤维、大豆、鱼、n-3脂肪酸、类胡萝卜素、维生素B2、B6、叶酸、B12、C、D、E、钙、锌、硒、植物化学成分（黄酮、异黄酮等）	动物脂肪 杂环胺、多环芳烃 亚硝胺

证据	降低危险	增加危险	无相关
充分可信	肥胖人自愿减体重 体力活动 咖啡	超重和肥胖、腹部肥胖 体力活动少 母亲糖尿病（包括妊娠糖尿病）	
比较可信	无淀粉膳食、膳食纤维 全谷物 蔬菜水果 酸奶 核桃 健康膳食模式	饱和脂肪、生长迟滞胎儿、胆固醇 过量摄入畜肉 含糖饮料	鱼 禽肉 蛋
有可能	n-3脂肪酸 低血糖指数食物 完全人工喂养 燕麦、荞麦	总脂肪摄入量、反式脂肪	大豆
不足	维生素E、铬、镁、中等量饮酒	过量饮酒	

糖尿病

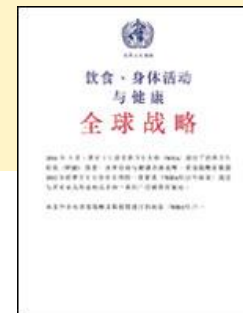
证据	降低危险	无关	增加危险
充分可信	规律的身体活动 高膳食纤维摄入		静态生活方式 高能量密度-低微量营养素含量摄入量高
比较可信	促进孩子选择健康食物的家庭和学校环境 母乳喂养 水果摄入		分量重的高能量密度加工食品和快餐 含糖甜味饮料和果汁 不良社会经济条件（特别是女性）
有可能	低血糖指数食物	膳食中蛋白质含量	大包装食品 经常在外就餐 暴饮暴食 过多摄入畜肉
不足	增加进食次数		酒精

肥胖

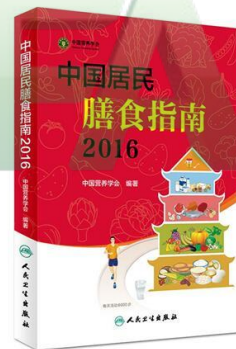
中国营养保健食品协会

慢性病防控计划、指南

- WHO 《2013-2020年预防和控制非传染性疾病全球行动计划》
- WHO 《饮食、身体活动与健康全球战略》
- 联合国 《2030年可持续发展》
- 《中国防治慢性病中长期规划（2017-2025年）》



1. 中国居民膳食指南
2. 中国成年人身体活动指南
3. 中国糖尿病营养治疗指南
4. 中国糖尿病运动治疗指南
5. 心血管疾病营养处方专家共识

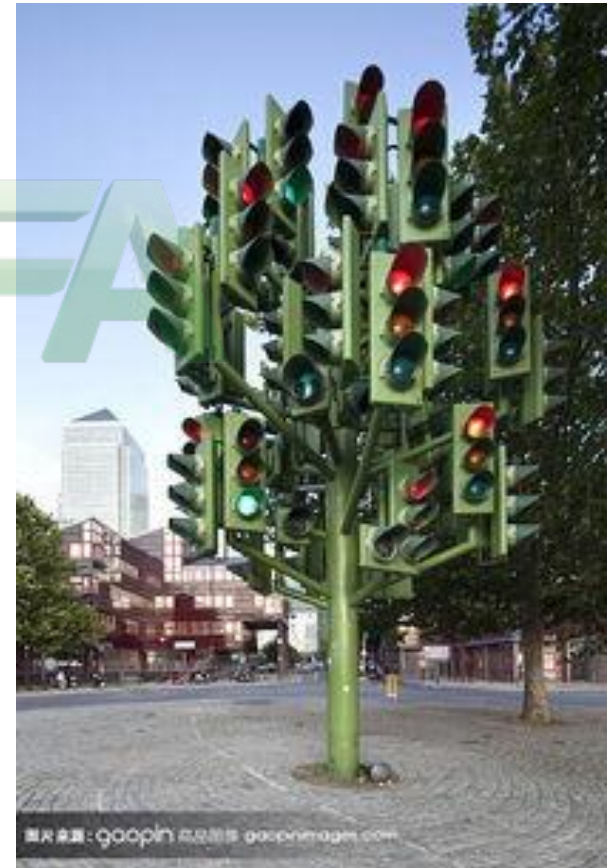


6. 中国成人超重和肥胖预防控制指南
7. 中国儿童青少年超重和肥胖预防控制指南
8. 中国糖尿病防治指南
9. 中国高血压防治指南
10. 中国心血管病预防/康复指南
11. 中国成人血脂异常防治指南
12. -----



生活方式干预/治疗面临的问题

- 患病人数之多
- 生活方式改变之难
- 如何做到个性化、量化
- 科学性、有效性、可行性、安全性
 - 依从性、可持续性
 - 人力、物力、财力
- 如何兼顾 -----? ? ?



互联网+技术：个性化健康与慢病管理

- 以互联网平台为基础，以各种形式的电脑终端、智能手机端的应用（APP）及关联的穿戴设备等实现功能的技术。
- 特点：覆盖面广、远程性、实时性。
- 人工智能；个性化、精准

个性化平衡膳食科学运动防治
肥胖和慢性病互联网+技术应
用和管理平台建设



健康管理和慢性病防治系统



- **管理团队：**医生、护士、营养师、运动指导师、康复技师、药剂师、心理辅导员
- **专业知识和技术：**健康评估、处方制定、效果评价、风险监测
- **硬件支持：**电脑、互联网、穿戴设备

个性化方案制定

- 性别、年龄、BMI、代谢异常、目前PAL（0-3级）
- 1600+个人群：1600+个营养处方，1600+x3-7天膳食食谱，1600+x3阶段运动处方（步速处方，心率处方）
- 慢病：心血管疾病、糖尿病、癌症、PCOS、骨质疏松和骨关节炎
- 自定义处方

中国营养保健食品协会

- a) 合并1项代谢异常（血压、血糖、血脂）
- b) 合并2项代谢异常（血压+血糖、血压+血脂、血糖+血脂）
- c) 合并3项代谢异常（血压+血糖+血脂）
- d) 合并高尿酸、高同型半胱氨酸
- e) 心肺功能
- f) 遗传背景/基因型

运动、营养处方定制

■ 膳食处方



例如：成年男性、肥胖、合并高血糖，PAL 1
1800kcal、低碳膳食模式
(FAT 25-30%、CHO 50-55%、PRO 15-20%)

• 运动处方



动态监测



1. 处方运动手环:

- ① 下载处方
- ② 指导按照处方要求正确运动
- ③ 监测: 每天, 至少每周一次上传数据
30天完成率 > 80%, 处方升级
30天完成率 ≤ 80%, 处方不变
30天完成率 < 60%, 督导随访

其他运动情况调查: 每月一次

2. 膳食调查 (0、2、4、8、16、24周)

膳食日记

膳食问卷调查: 膳食结构、膳食习惯

一日三餐膳食图片定期上传

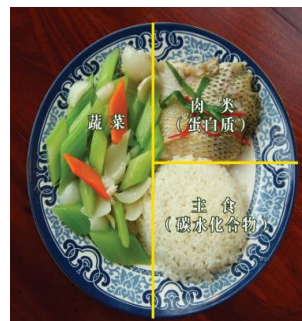
3. 健康提醒

任务提醒: 下载处方、上传数据、执行任务

膳食提醒: 健康膳食模式, 个性化不良膳食因素依次提醒

用药提醒: 降压药、降糖药、降脂药

自测血压、血糖数据上传



管理系统

http://bysybk.teamhealth.com.cn/Userlogin.aspx



北医三院运动营养健康促进与慢病专病管理系统

2001

.....

密码不可为空! 请输入密码!

登录

为保证最佳使用效果, 建议使用最新版谷歌浏览器访问网站。

建立档案-数据采集-评估-运动处方-营养处方-动态监测-风险预警-实时督导-定期随访-线上线下-APP客户端

系统管理员, 您好 [重置密码](#) [退出](#)

档案列表 / 档案管理

[返回](#)

*真实姓名

输入姓名

籍贯

北京

北京

东城区

常住地址

北京

北京

东城区

*手机号码

输入手机号

*性别

男

女

详细地址

详细地址

*用户名

输入用户名

*出生日期



工作单位

输入工作单位

*昵称

输入昵称

身份证号

输入身份证

项目标签

请选择所属项目

邮箱

输入邮箱

就医卡

输入就医卡

项目编号

*民族

汉

职业

输入职业



档案管理

档案管理

建立档案

项目标签

健康评估

数据管理

医生管理

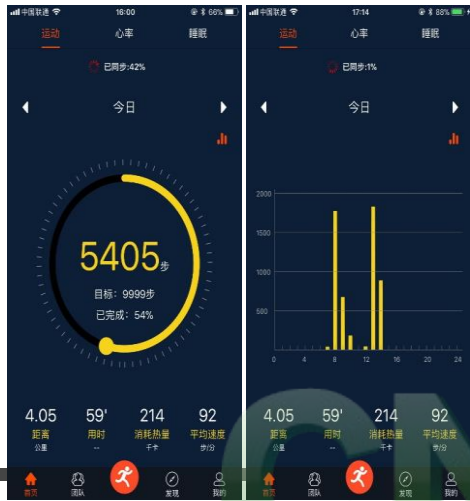
图书馆

权限管理

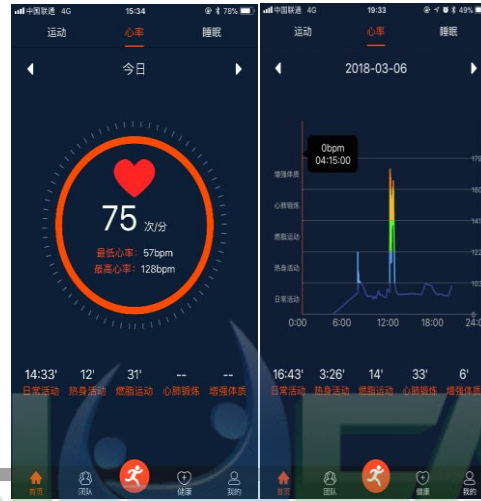
日志管理

系统设置

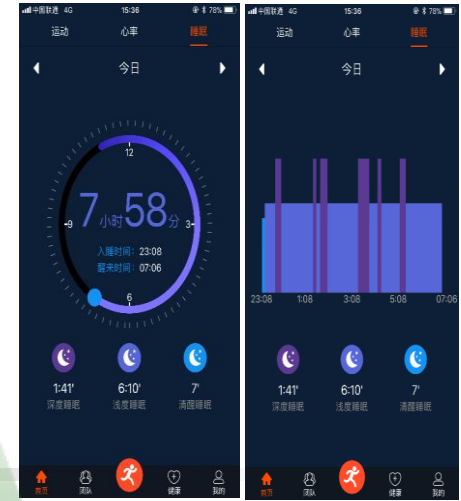
24小时运动



24小时心率



夜间睡眠



9. APP 客户端 - 数据监控

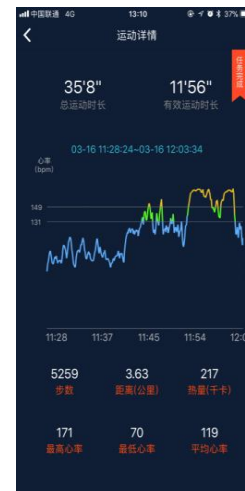
心率处方



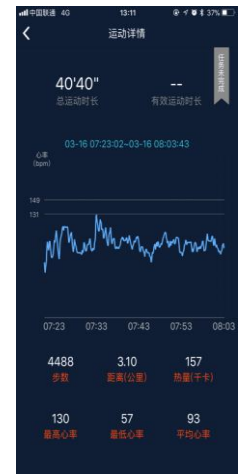
处方运动

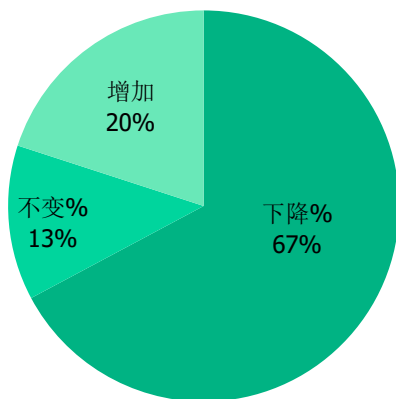
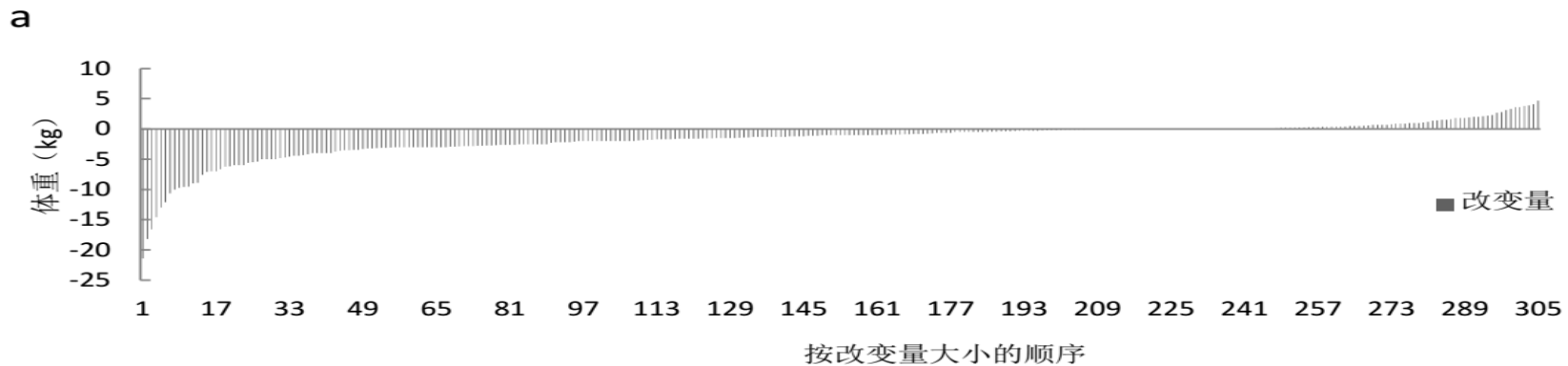


处方完成



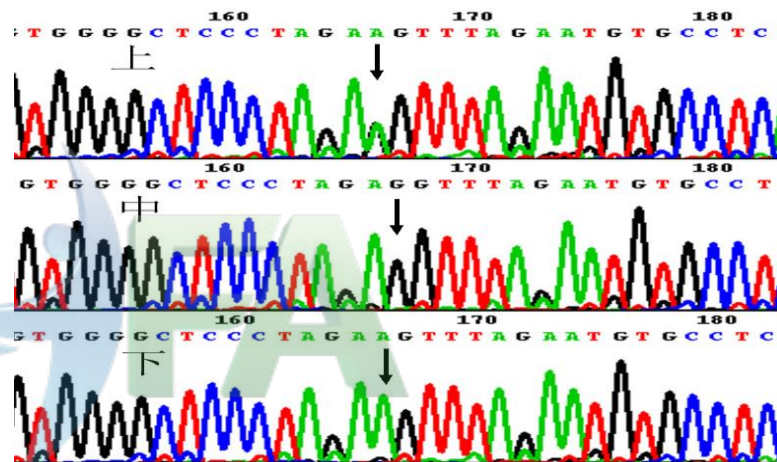
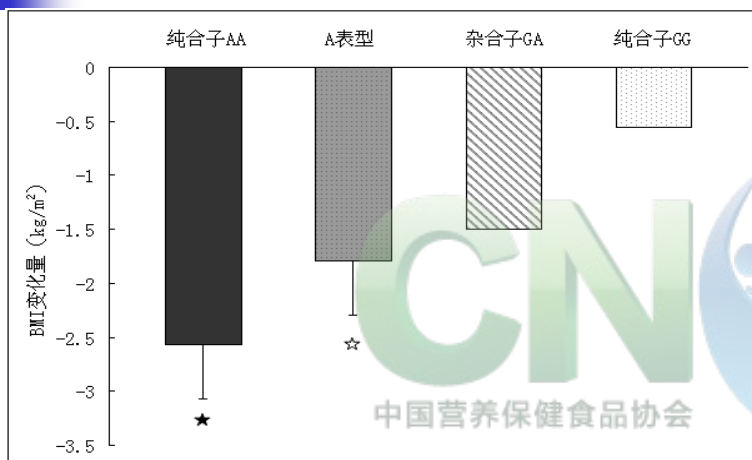
处方未完成





运动营养对成年人超重肥胖干预效果
(67%有效, 20%W下降>5%)

运动、营养和基因及其相互作用对肥胖干预的影响



指标	男性 (mean ± SD)		女性 (mean ± SD)	
	0 mon	9 mon	0 mon	9 mon
BMI	28.0 ± 3.9	26.9 ± 4.2 *	27.0 ± 3.2	26 ± 3.3 *
身高cm	165.5 ± 8.6	170.7 ± 9.2	160.3 ± 4.1	162.4 ± 3.7
体重kg	77.5 ± 15.9	78.7 ± 15.7 **	68.7 ± 6.3	69.0 ± 6.2
腰围cm	90.8 ± 10.0	90.1 ± 9.4	83.9 ± 4.8	85.0 ± 4.1

指标	干预前 (mean ± SD)	干预后 (mean ± SD)
血糖 (mmol/L)	5.22 ± 1.04	3.97 ± 0.31 *
总胆固醇 (mmol/L)	4.05 ± 0.64	3.89 ± 0.53 *
甘油三酯 (mmol/L)	1.31 ± 0.67	0.87 ± 0.29 *
胰岛素(mU/L)	37.7 ± 10.6	26.01 ± 11.84 *
胰岛素敏感指数	-5.05 ± 0.44	-4.35 ± 0.53 *
LDL (mmol/L)	2.13 ± 0.68	2.21 ± 0.47
HDL (mmol/L)	1.31 ± 0.17	1.31 ± 0.18

小结

- 对于竞技体育运动员，精准营养一直是运动营养追求的目标，过去、现在、将来永远是。
- 对于全面健身和慢性病防治，普惠大众的个性化运动营养先行，精准运动和营养势在必行。
- 精准医学的迅速崛起为运动营养带来了创新发展的新机遇。



谢谢！

