

## · 专家述评 · 糖尿病与糖尿病足的防治 ·

## 糖尿病及糖尿病足防治

孙迎放



专家介绍:孙迎放,主任医师,威海海大医院创面修复暨糖尿病足治疗中心主任。《中华损伤与修复杂志(电子版)》编委。在复合组织损伤修复、功能重建领域积累丰厚,较早提出糖尿病足保肢治疗理念,将矫形骨科技术应用用于糖尿病足治疗中。

**【摘要】** 糖尿病是世纪之病,累及多个系统和多个器官,医疗资源消耗大,有相当一部分糖尿病患者发展为糖尿病足。我国糖尿病发病率高的原因除基因易感之外,与人们生活方式和生活水平的变化有密切的关联。对糖尿病的治疗重在预防,建立健康的生活方式,对易感人群进行长期的监控和对儿童、青少年进行体重控制,开展全民性的糖尿病防控、健康运动是必要的。血循环重建、外科清创、创面修复及矫形骨科治疗等外科手段对糖尿病足的治疗有良好的效果。糖尿病足的治疗过程中要避免风险因素的发生。生物制剂富血小板血浆、外泌体对创面的愈合有一定促进作用,干细胞技术将是未来治疗糖尿病的根本性方案。建立层次分明的糖尿病足管理体系,可以使糖尿病的医疗逐步走向规范和完整。人工智能和再生医学的发展,将给糖尿病及糖尿病足的预防与治疗带来革命性的变化。

**【关键词】** 糖尿病; 糖尿病足; 糖尿病预防; 治疗

**Prevention and treatment of diabetes and diabetic foot** Sun Yingfang. *Wound Repair and Diabetic Foot Treatment Center, HAIDA Hospital of WEIHAI, Weihai 264200, China*

Corresponding author: Sun Yingfang, Email: sunyf8235099@163.com

**【Abstract】** Diabetes is a disease of the century, involving multiple systems and organs, with a large consumption of the medical resources. A considerable number of diabetics develop diabetic foot. In addition to genetic susceptibility, the high incidence of diabetes in Chinese people is closely related to changes in people's lifestyle and living standards. The treatment of diabetes should be focused on prevention, the establishment of a healthy lifestyle, the long-term monitoring of the susceptible people, and the weight control of children and teenagers. It is necessary to carry out nationwide diabetes prevention and control and health campaigns. Surgical methods such as blood circulation reconstruction, surgical debridement, wound repair and orthopaedic treatment have good effects on the treatment of diabetic foot. Risk factors should be avoided in the treatment of diabetic foot. Biological agents such as platelet-rich plasma and exosomes have a certain role in promoting wound healing, and stem cell technology will be the fundamental solution for the treatment of diabetes in the future. The establishment of a well-defined diabetic foot management system can gradually make the medical treatment of diabetes more standardized and complete. The development of artificial intelligence and regenerative medicine will bring revolutionary changes to the prevention and treatment of diabetes and diabetic foot.

**【Key words】** Diabetes mellitus; Diabetic foot; Diabetes prevention; Treatment

人类漫长的历史其实就是人类与不断演变的疾

病抗争的历史。随着世纪推进,疾病越来越难攻克,治疗成本越来越高。有人说“科技改变生活”,但对于从荒原走出来的人类,这可能是一把双刃剑,一面是优渥的文明享受,一面是潜在的躯体功能的微妙

DOI:10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2022.04.001

作者单位:264200 威海海大医院创面修复暨糖尿病足治疗中心(Email: sunyf8235099@163.com)

改变。物质文明进步改变人类的生活方式,智能化时代降低了人类体能消耗、劳动强度,人工智能的出现,未来是否会有人类思维依赖和思维禁锢之虞呢?

糖尿病是人类历史上的世纪之病,糖尿病的发生也是物质文明衍生疾病进程中的必然表现,其意义类同于猿猴直立行走、躯体功能结构调整后至今仍困扰人类的系列疾病(高血压、心脏病、腰椎间盘突出、骨关节炎、痔疮、静脉曲张、难产等)。随着全球经济的发展,人们生活水平的提高,糖尿病已成为严重威胁人类健康的慢性非传染性疾病,成为当前世界各国共同面对的公共健康问题。2021年12月初,国际糖尿病联盟在官网上更新了全球糖尿病相关数据,世界范围内每10名20~79岁的成年人中就有1例糖尿病患者,总数达5.37亿,占全球总人口数的10.5%;每2例糖尿病患者中有1例未被确诊,总数达2.40亿;每4例糖尿病患者中有3例生活在中低收入国家/地区;每18名20~79岁的成年人中就有1例空腹血糖受损患者,总数达3.19亿;120万20岁以下的儿童、青少年患有1型糖尿病;全世界9%的健康支出花在了糖尿病上,总额达9.66亿美元;670万人死于糖尿病<sup>[1]</sup>。糖尿病与糖尿病足防治的根本是遏制糖尿病发病率的不断增长。

### 一、糖尿病与其防控现状

改革开放后,随着我国经济的高速发展,人们生活水平大幅提高,糖尿病的发病率、患病人员结构、防控重点都在悄然发生着变化。

#### (一)我国糖尿病现状

1. 糖尿病患者数量居高,高危人群增加:我国糖尿病患病率在过去40年间呈井喷式急剧增长。患者所患主要为2型糖尿病;根据国际糖尿病联盟2019年最新数据,中国糖尿病患者人数高达1.164亿,给国民健康和医疗支出均带来巨大负担<sup>[2]</sup>。体重超重、有家族史、长期缺少运动锻炼等糖尿病高危人群增加。

2. 医疗资源消耗大:糖尿病是一个综合性全身性疾病,累及人体所有器官与功能,而且呈渐进性发展。治疗糖尿病所需的医疗费用已成为各国卫生保健的沉重负担。美国2017年确诊的糖尿病患者的治疗总成本估计为3270亿美元,包括2370亿美元的直接医疗成本和900亿美元的生产力下降成本,确诊糖尿病患者的护理费占医疗费用的1/4,每年的平均医疗费用为16750美元<sup>[3]</sup>。糖尿病患者从发病到产生并发症,可以累及多器官,需要终身治疗。如果不能很好地控制糖尿病患者的血糖及其并发症的发生,医疗费用将成倍增加。此外,失能后的糖尿病患者还需要家庭和养老机构的护理,这更是

一笔高昂的费用开支。

3. 医与防不平衡:国内自二级甲等医院多设有糖尿病专科门诊、内分泌住院病区以及相关的肾病专科、透析中心,糖尿病的治疗单元基本全覆盖,并成为各级医院主要的慢性病病种。而相对于全覆盖的医疗单元,糖尿病相关的有效的系统化、专业化防控单元仍然缺少。

#### (二)我国糖尿病患病数量激增的原因

1. 饮食结构、节奏的改变:全球在过去的几十年里经历了巨大的变化,这些变化影响了人类的行为和生活方式。劳动岗位上的机械化,技术的全球化,交通的改善以及快餐消费带来的变化,导致能量过剩,肥胖人群增加,这成为糖尿病的诱因。我国改革开放后,人民生活水平迅速提高、物质丰富,饮食结构在潜移默化中发生着变化,高热量的肉食、脂肪类食物进入百姓的口腹,部分人群开始不加节制地暴食,摄入啤酒、糖饮料、甜品,快餐饮食文化侵染到了儿童和青年一代;传统的以谷物为主的饮食结构演变为以高热量饮食为主或比例提高。在饮食节奏方面,早、中餐多由快餐、外卖解决,而晚餐转变为丰富的家餐或不定期的宴请,晚餐与睡眠间隔时间缩短,如果没有适当的健身运动和锻炼,体内剩余的热量以脂肪的形式储存,导致肥胖。

2. 遗传基因的易感:1962年,美国遗传学家詹姆斯·尼尔提出了“节俭基因学说”,认为土著人由于其祖先的饮食习惯,在遗传上易患2型糖尿病<sup>[4]</sup>。在遥远的过去,这些基因帮助人们提高能量利用效率,并将多余的能量安全地储存为脂肪,以度过饥荒时期,但在当今易致肥胖的环境中,这些基因已经成为劣势基因。目前认为,与代谢紊乱和癌症相关的现代肥胖症的流行归因于“节俭基因”的存在<sup>[5]</sup>。发展中国家糖尿病患病率急剧攀升,2型糖尿病是糖尿病的主要类型,其病因复杂,涉及环境和遗传因素,2015年,墨西哥是拉丁美洲第2个、世界第6个患有这种疾病的国家,有近1150万例患者<sup>[6]</sup>。“节俭基因学说”从另一个角度解释了中国人现在的糖尿病高发病率的原因。

3. 少动的一代:科技的发展、经济的提升,也伴随着出行方式的改变。据公安部统计,2021年全国机动车保有量达3.95亿辆,其中汽车3.02亿辆;机动车驾驶人达4.81亿人,其中汽车驾驶人4.44亿人;2021年全国新注册登记机动车3674万辆,新领证驾驶人2750万人<sup>[7]</sup>。小汽车给家庭带来了舒适和便捷,也给人体体能、体重带来了明显的改变。有研究发现,在那些闲暇时间进行体育锻炼的人中,每天开车上下班的人比不开车上下班的人体重增加要

多,认为减少久坐时间和经常运动能够防止成年人体重增加<sup>[8]</sup>。近年来,屏幕时间已经成为一个更加复杂的新概念,世界各地的电子媒体设备种类不断增多,电脑、电子游戏以及智能手机等设备的使用者的年龄越来越小,屏幕时间与肥胖、睡眠问题、抑郁和焦虑呈正相关<sup>[9]</sup>。人人“智能手机”的时代,诞生了多少“少动”的人群。“少动群体”的形成是糖尿病广泛流行、发病年轻化趋势的重要因素。

### (三)我国糖尿病防治面临的严峻趋势

1. 农村及老年患病人口逐渐增加:出生于20世纪五、六十年代人口增长旺期的人群,历经早期物质紧张和生活丰裕2个年代,年龄多在60岁以上,机体器官进入衰退阶段,糖尿病患者数量较多。其中,农村留守的老龄人口,由于健康意识薄弱,相当一部分糖尿病患者为隐性患者,未得到及时发现和治疗,疏于管控,这将是糖尿病防控的重点地带。

2. 低龄化发展:不健康的生活方式导致2型糖尿病呈年轻化、低龄化发展,有糖尿病家族史,超重的青少年成为未来糖尿病的潜在高危人群。

3. 家族遗传化趋势凸显:我国父母或更上一代患病家族,其子女患2型糖尿病的概率明显高于普通人群,往往多个子女患病,如果伴有肥胖,则患病概率更大。这类家族性的患者,往往发病年龄小,发病进程快,且并发症也较早发生。

4. 糖尿病前期患者是潜在隐患:目前糖尿病前期患者疾病知晓率较低,如果不加以生活方式干预,有转变成糖尿病的风险。

## 二、糖尿病全民防控、健康运动

糖尿病的患病率在世界范围内呈上升趋势,其中低收入和中等收入国家的患病率增幅最大。在大多数发达国家,2型糖尿病是导致终末期肾病、心血管疾病的主要原因。在欠发达国家,2型糖尿病正迅速取代传染病,争夺日益稀缺的卫生保健资源。

糖尿病看似没有像严重急性呼吸综合征、禽流感、新型冠状病毒肺炎等急性传染病那样传播迅速,容易引起各阶层关注,但其长久危害并不弱,仅是过程发展缓慢而已。糖尿病治疗过程中,长期的医疗消耗,家庭、社会财力、人力的投入,总体社会资源的耗费是庞大的,更为重要的是关系到中华民族未来种族基因的优化和人口素养的提高,“不加防患,遗祸子孙”。预防是一种有效的手段,可以减少许多慢性疾病的流行,如肥胖、代谢综合征或2型糖尿病<sup>[10]</sup>。维持正常体重、规律的运动、健康饮食都可以降低糖尿病的患病风险。

### (一)将糖尿病防控纳入健康长远战略

糖尿病防控关系到人民健康、民族未来和种族

的基因遗传,将糖尿病防控纳入健康长远战略,所带来的收益将是事半功倍,造福子孙。建立全国性的糖尿病防控机构,进行全面的疾病普查,建立精准数据库,可以为糖尿病的防控决策提供依据。

### (二)培养健康的生活方式

有研究表明,与低脂饮食相比,地中海特级初榨橄榄油或干果可以减少2型糖尿病患者心血管疾病(心肌梗塞、脑血管意外等)的发生,以橄榄油为补充的地中海饮食,是最能降低2型糖尿病发病风险的饮食<sup>[11]</sup>。2013年发表的一项长期跟踪随访结果表明,符合传统地中海饮食原则的低血糖饮食可以降低2型糖尿病的发病率<sup>[12]</sup>。通过改变生活方式包括保持健康体重、健康饮食、规律的身体活动、不吸烟和适度饮酒,可以降低糖尿病和相关并发症发生的危险。提倡健康的生活方式、饮食习惯是糖尿病有效防控的重要环节。通过建立国家层面的系统化、专业化防控体系,统一管控、“长治久安”,引导餐饮行业传统饮食“与时俱进”,倡导“健康餐饮”“健康快餐”;调整食品加工行业的原料、配方,建立行业新标准,开发符合现代健康要求的新食品、特医食品,为国民提供安全、合理的营养食品,制定符合中国人“胃口”的大食谱。

### (三)智能装备与预防

智能化工具为糖尿病及糖尿病足的防治带来新的变革,以智能手机为载体的智能装备,有分析、思考能力的“智能医师”的研发,将完整的糖尿病普查、检测、医疗(住院医疗、居家远程医疗)、管理、防控引入到人工智能时代。智能化“秒扫”设备适合糖尿病的普查,成熟的植入式人工胰腺终将会应用于临床以控制患者血糖。糖尿病视网膜膜病变是糖尿病的常见并发症,是全球成年人视力损害的主要原因,以智能手机摄像头进行数字化的视网膜成像来进行眼底检测,更经济、更方便、更易于使用<sup>[13]</sup>。有研究者开发了一款智能手机应用程序,针对性地对孕妇妊娠期体重、血糖进行控制和管理,以保障母婴的安全<sup>[14]</sup>。运动游戏是一种创新性的游戏方法,可以帮助久坐者(如2型糖尿病患者)进行有规律的体力活动锻炼。一种基于智能手机的游戏式应用程序专门为2型糖尿病患者设计,以诱导其更健康、更积极的生活方式,可作为2型糖尿病患者治疗和管理的一部分<sup>[15]</sup>。

### (四)开展“预防糖尿病——爱国健康运动”

爱国卫生运动是具有中国特色的一种卫生工作方式,建国后各种爱国卫生运动在疾病有效控制、彻底防控方面积累了成功的经验,取得了巨大成就。这种全国性的疾病防控运动适合我们人口大国。通

过对患者、医疗机构、社区和政策层面进行多层次干预,可以减少高危人群糖尿病的发生。新型冠状病毒肺炎疫情期间,国内各社区通过智能手机的信息传递进行网格化区域管理,为日后社区糖尿病管控打下基础。今后,智能化信息管理和智能化的装备将引领糖尿病的全面防控跨入人工智能时代。

### 三、糖尿病足治疗的相关问题

糖尿病足是糖尿病的一种主要并发症,国际糖尿病足工作组将其定义为糖尿病患者脚踝以下的全层创面,并与糖尿病神经病变和周围动脉疾病有关<sup>[16]</sup>。每30 s就有1次截肢是由于糖尿病并发症导致的,各种截肢中84%是由糖尿病并发症引起的<sup>[17]</sup>。糖尿病足溃疡的复发率很高:愈合后1年内复发率为40%,5年内复发率为65%<sup>[18]</sup>。

2006年由第五届中华医学会烧伤外科学分会主任委员孙永华教授组织创立《中华损伤与修复杂志(电子版)》,成为国内创面修复专业领域的开创性核心期刊,并将糖尿病足列为探讨的重要专题之一。杂志多次举办全国性的学术研讨活动,鼎力推动将糖尿病足列为新的创面修复临床专业,并带动以烧伤专业为优势的科室逐渐成立糖尿病足或创面修复科室。付小兵院士整合全国性的资源,成立创面修复中心联盟。之后多省相继成立创面修复专业组织,临床医师逐渐把原来“糖尿病创面难以愈合,必须截肢”的理念,上升为“糖尿病足保肢治疗”层次。

#### (一)糖尿病足的外科清创抗感染治疗

由于足的组织结构致密,多为乏血的肌腱、骨骼,缺少血运丰富的肌肉组织,一旦感染,往往如魔盒打开般累及多层组织。开放感染病变部位的多层组织,充分引流是早期抗感染的关键。坏死变性的腱性组织、关节囊、关节软骨等失血组织不去除,创面难以愈合。负压封闭引流常被初级临床医师误解为是治疗糖尿病足的决定性技术,其仅是创面转化和感染控制的治疗手段之一,在应用中应注意避免负压情况下对脆弱组织血运造成的再次压迫损害。

#### (二)糖尿病足的血循环重建

糖尿病血管的损害是一个累积全身大、中、小、微各阶段血管,既有肢体又有内脏的血管损害,血管的重建治疗有很大的复杂性和难度,有多种问题存在,难以通过一种方式来解决。对于大血管局限性的狭窄,可以通过介入清除斑块,放入支架,改善循环。但对于长时间弥漫性的病变,解决起来就很困难。介入医师高超的技术可以解决足部小血管的再通,但之后的再次复发,仍然是临床上没有完全解决的问题。采用血管内介入或血管外科方法,取决于闭塞血管斑块分布的模式和长度。以上治疗方法可

大大降低糖尿病足患者截肢的比例。由于糖尿病足病变的高复发率,治疗后的预防措施尤为重要<sup>[19]</sup>。

#### (三)糖尿病足创面的修复

1. 局部换药:创面换药是临床的一项重要工作,相对于其他创面,糖尿病足创面换药尤其考量专科医师的治疗经验。所谓糖尿病创面愈合难,在于其创面感染后的炎症期较长久,等到患者全身和局部情况改善之后,创面的愈合能力和愈合速度往往出乎意料。希冀通过一次手术来解决创面问题,往往欲速而不达。持续换药数十天、数月对于糖尿病足创面是一个临床常态,这是一个理解疾病、积累经验的认识问题,需要有足够的耐心和细致的工作。局部换药常被临床医师所忽视,长期换药带来的收益比要高于手术,例如足底烫伤经长期换药愈合,足底的耐磨性和安全的使用期限要优于积极的植皮治疗效果。

2. 减少骨量的创面修复:为了尽快达到创面修复效果,在尽可能多地保留足的骨支撑功能情况下,减少足部骨量进行创面的修复,是临床常用的权衡治疗手段,包括截趾、残端去骨修复,创面去骨后局部皮瓣修复,足趾剔骨皮瓣修复,是一种经济便捷的治疗手段。糖尿病足修复原则:保留残肢功能优先于外形。

3. 显微外科皮瓣修复:Ducic和Attinger<sup>[20]</sup>在1990年至2000年应用带蒂肌皮瓣或游离皮瓣来修复38例糖尿病足、踝创面,获得91%以上成功率,他们认为,与糖尿病足的截肢后果相比,糖尿病足并不是皮瓣修复保肢的禁忌。尽管如此,显微外科修复仍需采取谨慎的治疗,由于存在周围血管病变、神经病变,使得皮瓣转移修复手术风险增加,皮瓣修复的结果取决于足的血运情况。

#### (四)糖尿病足矫形骨科的治疗

1. 开放性植骨:糖尿病患者由于骨折或外伤,常造成跟骨的慢性骨髓炎或距骨的感染坏死,这样的情况修复起来比较困难,难以控制的感染和对足部血运的担忧影响着临床医师的治疗信心与方案选择。通行的办法往往只有将受累的足骨去除或截肢,如此带来的后果是:缺少了骨量支撑的肢体将因为短缩8 cm以上而致残或直接造成足的缺失。开放性植骨是治疗肢体创伤骨感染、骨不愈合、骨重建的有效修复方式,对降低截肢率有良好的效果。

2. 关节开放、纤维连接闭合:对于足骨关节感染,需要将关节面去除至正常骨质,外露的骨断端开放换药,采用石膏外固定,最终纤维连接闭合,创面愈合。

3. 夏科氏关节病的治疗:(1)外生骨赘切除。去除畸形关节突出的骨赘生物,术后应用减压支具;

(2) 关节融合术。关节破坏严重,在急性炎症期后行关节融合术治疗。

#### (五) 糖尿病足生物治疗

在全球范围内,创面修复的生物治疗在临床和研究工作中仍然具有挑战性,治疗时机的选择是一个非常重要的影响因素。

富血小板血浆对组织的修复效果是有目共睹的,在创面发展恰当的时段进行应用,才能得到更佳的效果。富血小板血浆在创面的感染期、炎症期和血循环严重衰退的情况下,局部使用是不会有效果的,在创面开始出现愈合、血循环改善的情况下使用效果更佳。

外泌体近年成为临床研究的热点,间充质细胞外泌体已在体外和体内被证实为一种有前景的治疗糖尿病足的生物疗法,间充质细胞外泌体,包括细胞因子、生长因子、趋化因子以及含有 mRNA、蛋白质和微小 RNA 的细胞外小泡,具有免疫调节和再生作用。外泌体的应用为治疗糖尿病带来新的曙光。有研究人员开发了一种甲基丙烯酸酯明胶+微针贴剂,其可在创面敷料中持续释放外泌体以实现外泌体透皮控释,在体外保持外泌体和药物的生物活性<sup>[21]</sup>。Oxoband 是一种新型生物敷料,针对糖尿病创面缺氧、血管少、过氧化和感染特征设计,其由抗氧化聚氨酯组成,含有持续释氧特性的冻凝胶和脂肪干细胞外泌体,是一种充满外泌体并释放氧气的抗氧化创面敷料<sup>[22]</sup>。

干细胞的临床研究主要使用自体细胞,自体干细胞疗法感染风险最小,具有免疫相容性<sup>[23]</sup>。然而,糖尿病患者由于所患糖尿病影响代谢,加上年龄的增长,可能降低了自体细胞功能,从而降低了干细胞治疗的有效性<sup>[24-27]</sup>。干细胞治疗可以作为没有其他血运重建选择患者的备选治疗方案<sup>[28]</sup>。

#### (六) 糖尿病足治疗中的风险因素

糖尿病足是全身血管病变发展到一定程度在肢端的体现,同时多伴有脑、视网膜、心、肺、肾高危病变,在糖尿病足患者住院治疗过程中伴有医疗高风险存在。大的伴发病症有突发性脑血栓,肺栓塞,心肌梗塞,下肢动、静脉栓塞,低血糖等;足部由于血循环脆弱,往往在进行足趾处理之后,会发生“得寸进尺”式的血循环溃退,突发邻趾坏死或坏死向近端迅速扩散,最终导致截肢。因此,糖尿病足患者住院后,全面的知情沟通和制定突发应急预案尤为重要,以预防、减少医疗风险的发生。

#### (七) 糖尿病足风险筛查与健康护理

糖尿病足防控最重要的一项工作是糖尿病足的风险筛查。通过筛查及早发现高危病例,积极地进

行干预。筛查的评价包括:下肢病史,周边血管疾病,足的神经营养,足部的畸形,足压力变化,平常适用的鞋类等。健康护理工作充分利用多媒体组织健康教育讲座,培训糖尿病患者自我检查、自我预防、自我护理,包括:足和鞋检查、足部保健、危险迹象识别、危险防范,协调专业的技师为患者制作足的矫形配件。为糖尿病患者提供足部护理教育是提高自我效能的有效途径<sup>[29]</sup>。

建立患者—卫生保健人员—多学科专家团队这样分层次的糖尿病足健康教育、预防护理、筛查监控、积极干预治疗的管理体系,每个地区确立 1 个糖尿病疾病控制中心,辐射、管理周边区域,协调管理糖尿病足的预防、保健和专业化治疗,可以使糖尿病的医疗逐步走向规范、完整<sup>[30]</sup>。

### 四、糖尿病及糖尿病足治疗的展望

#### (一) 人工智能

人工智能的发展将在糖尿病的整体预防、筛查、医疗、护理、健康管理环节发挥革命性作用,将“医疗场景”演变为“生活场景”,将专业化的医疗管理导入患者的人工智能终端装备,有极大的便捷性、可操作性,成为个性化的慢性病健康管理师,为患者建立个性化的糖尿病整体健康管理决策系统。人工智能通过深度学习、分析,利用植入式的芯片、无创的采集,将患者信息传输输入智能决策支持系统,进行包括每日饮食的热能、量化食量、消耗测试、运动量测算,管理药物对血糖的动态调控,足的风险预警,全身危险的报警。利用人工智能筛查系统可以更优化、全面地提高糖尿病、糖尿病足的诊断速度和效率。人工智能医疗决策支持系统,为医师提供最优的“综合大数据”建议,实现精准医疗。

糖尿病的慢性病特点决定了其医院治疗仅仅是一个阶段,院外个性化的医疗健康管理是一个繁杂、巨量的工作,人工智能+互联网的使用可以让高效率、高智能、高覆盖的疾病“全程健康医师”成为现实。

#### (二) 再生医学技术

人类美好的抗衰老医疗与糖尿病的医疗是有关联性的,未来糖尿病的根本性治疗将体现在再生医学上的突破。干细胞技术仅是目前临床前研究和临床初步应用的研究方向之一,人工胰腺的组织生物工程将使糖尿病和糖尿病足的治疗发生革命性的变化。

中国在过去的国弱民饥时代被讥为“东亚病夫”,现在生活富足之后,又受到“世纪之病”糖尿病的困扰,解决的根本之道不在于个体的“治疗”,而在于“群防”。

## 参 考 文 献

- [1] IDF Diabetes Atlas. IDF Diabetes Atlas 10th Edition[EB/OL]. (2021-12-06) [2022-05-21]. <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/>.
- [2] 王天歌, 陆洁莉, 毕宇芳, 等. 中国糖尿病持续攀升新解: 中年肥胖相关胰岛素抵抗成为主要威胁[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2020, 36(3): 198-200.
- [3] American Diabetes Association. Economic Costs of Diabetes in the U. S. in 2017[J]. *Diabetes Care*, 2018, 41(5): 917-928.
- [4] Neel JV. Diabetes mellitus: a "thrifty" genotype rendered detrimental by "progress"? [J]. *Am J Hum Genet*, 1962, 14(4): 353-362.
- [5] Venniyoor A. PFEN: A Thrifty Gene That Causes Disease in Times of Plenty? [J]. *Front Nutr*, 2020, 7: 81.
- [6] García-Chapa EG, Leal-Ugarte E, Peralta-Leal V, et al. Genetic Epidemiology of Type 2 Diabetes in Mexican Mestizos [J]. *Biomed Res Int*, 2017, 2017: 3937893.
- [7] 公安部交通管理局. 2021年全国机动车保有量达3.95亿新能源汽车同比增59.25% [EB/OL]. (2022-01-11) [2022-04-23]. <https://www.mps.gov.cn/n2254314/n6409334/c8322353/content.html>.
- [8] Sugiyama T, Ding D, Owen N. Commuting by car: weight gain among physically active adults[J]. *Am J Prev Med*, 2013, 44(2): 169-173.
- [9] Domingues-Montanari S. Clinical and psychological effects of excessive screen time on children[J]. *J Paediatr Child Health*, 2017, 53(4): 333-338.
- [10] Uusitupa M, Khan TA, Vigniliouk E, et al. Prevention of Type 2 Diabetes by Lifestyle Changes: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Nutrients*, 2019, 11(11): 2611.
- [11] Salas-Salvadó J, Bulló M, Babio N, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with the Mediterranean diet: results of the PREDIMED-Reus nutrition intervention randomized trial [J]. *Diabetes Care*, 2011, 34(1): 14-19.
- [12] Rossi M, Turati F, Lagiou P, et al. Mediterranean diet and glycaemic load in relation to incidence of type 2 diabetes: results from the Greed cohort of the population-based European Prospective Investigation into Cancer And Nutrition (EPIC)[J]. *Diabetologia*, 2013, 56(11): 2405-2413.
- [13] Tan CH, Kyaw BM, Smith H, et al. Use of Smartphones to Detect Diabetic Retinopathy: Scoping Review and Meta-Analysis of Diagnostic Test Accuracy Studies[J]. *J Med Internet Res*, 2020, 22(5): e16658.
- [14] Yew TW, Chi C, Chan SY, et al. A Randomized Controlled Trial to Evaluate the Effects of a Smartphone Application-Based Lifestyle Coaching Program on Gestational Weight Gain, Glycemic Control, and Maternal and Neonatal Outcomes in Women With Gestational Diabetes Mellitus: The SMART-GDM Study[J]. *Diabetes Care*, 2021, 44(2): 456-463.
- [15] Höchsmann C, Walz SP, Schäfer J, et al. Mobile Exergaming for Health-Effects of a serious game application for smartphones on physical activity and exercise adherence in type 2 diabetes 孙迎放. 糖尿病及糖尿病足防治[J/CD]. *中华损伤与修复杂志(电子版)*, 2022, 17(4): 277-282.
- [16] Apellqvist J, Bakker K, van Houtum WH, et al. International consensus and practical guidelines on the management and the prevention of the diabetic foot [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2000, 16 Suppl 1: S84-92.
- [17] Moxey PW, Gogalniceanu P, Hinchliffe RJ, et al. Lower extremity amputations—a review of global variability in incidence [J]. *Diabet Med*, 2011, 28(10): 1144-1153.
- [18] Armstrong DG, Boulton AJM, Bus SA. Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence[J]. *N Engl J Med*, 2017, 376(24): 2367-2375.
- [19] Armstrong DG, Boulton AJM, Bus SA. Diabetic foot ulcers and their recurrence[J]. *N Engl J Med*, 2017, 376(24): 2367-2375.
- [20] Ducic I, Attinger CE. Foot and ankle reconstruction: pedicled muscle flaps versus free flaps and the role of diabetes[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2011, 128(1): 173-180.
- [21] Yuan M, Liu K, Jiang T, et al. GelMA/PEGDA microneedles patch loaded with HUVECs-derived exosomes and Tazarotene promote diabetic wound healing[J]. *J Nanobiotechnology*, 2022, 20(1): 147.
- [22] Shiekh PA, Singh A, Kumar A. Exosome laden oxygen releasing antioxidant and antibacterial cryogel wound dressing OxOBand alleviate diabetic and infectious wound healing[J]. *Biomaterials*, 2020, 249: 120020.
- [23] Kirby GT, Mills SJ, Cowin AJ, et al. Stem cells for cutaneous wound healing[J]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015: 285869.
- [24] Choudhery MS, Badowski M, Muise A, et al. Donor age negatively impacts adipose tissue-derived mesenchymal stem cell expansion and differentiation[J]. *J Transl Med*, 2014, 12: 8.
- [25] Beane OS, Fonseca VC, Cooper LL, et al. Impact of aging on the regenerative properties of bone marrow, muscle, and adipose-derived mesenchymal stem/stromal cells[J]. *PLoS One*, 2014, 9(12): e115963.
- [26] Duscher D, Rennert RC, Janusz M, et al. Aging disrupts cell subpopulation dynamics and diminishes the function of mesenchymal stem cells[J]. *Sci Rep*, 2014, 4: 7144.
- [27] Yan J, Tie G, Wang S, et al. Type 2 diabetes restricts multipotency of mesenchymal stem cells and impairs their capacity to augment postischemic neovascularization in db/db mice[J]. *J Am Heart Assoc*, 2012, 1(6): e002238.
- [28] Lopes L, Setia O, Aurshina A, et al. Stem cell therapy for diabetic foot ulcers: a review of preclinical and clinical research [J]. *Stem Cell Res Ther*, 2018, 9(1): 188.
- [29] Goodall RJ, Ellauzi J, Tan MKH, et al. A Systematic Review of the Impact of Foot Care Education on Self Efficacy and Self Care in Patients With Diabetes[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2020, 60(2): 282-292.
- [30] 孙迎放. 糖尿病足外科治疗的相关问题[J/CD]. *中华损伤与修复杂志(电子版)*, 2012, 7(2): 7-10.

(收稿日期:2022-05-23)

(本文编辑:杨立妍)