

微整形注射美容

NEW TECHNOLOGY OF AUTOLOGOUS FAT TRANSFER

自体脂肪

移植新技术

NEW TECHNOLOGY OF AUTOLOGOUS FAT TRANSFER

名誉主编 祁佐良 郭树忠
主 编 刘 毅 栾 杰

清华大学出版社

NEW TECHNOLOGY OF AUTOLOGOUS FAT TRANSFER

自体脂肪移植新技术

NEW TECHNOLOGY OF AUTOLOGOUS FAT TRANSFER

主编 刘毅 栾杰

清华大学出版社
北京

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目 (CIP) 数据

自体脂肪移植新技术 / 刘毅, 栾杰主编. — 北京: 清华大学出版社, 2017
ISBN 978-7-302-47687-0

I. ①自… II. ①刘… ②栾… III. ①甘油三脂-移植术(医学) IV. ①R622

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 155282 号

责任编辑: 肖 军 王 华

封面设计: 刘艳芝

责任校对: 赵丽敏

责任印制: 李红英

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京亿浓世纪彩色印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 210mm × 285mm 印 张: 13.25 字 数: 324 千字

版 次: 2017 年 12 月第 1 版 印 次: 2017 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 1~2000

定 价: 198.00 元

产品编号: 073728-01

编者名单

名誉主编 祁佐良 郭树忠

主 编 刘 毅 栾 杰

编 者 (按姓氏拼音排序)

胡亚兰 石家庄军医学院

姜 疆 兰州军区兰州总医院

李 超 兰州军区兰州总医院

刘 萍 兰州军区兰州总医院

刘 毅 兰州军区兰州总医院

刘宏伟 暨南大学附属医院

栾 杰 中国医学科学院整形外科医院

宋 玫 兰州军区兰州总医院

陶 凯 沈阳军区总医院

肖 斌 兰州军区兰州总医院

熊 猛 东南大学中大医院

易成刚 第四军医大学西京医院

张鲜英 兰州军区兰州总医院



序言一

自体脂肪移植的历史已经比较久了，其中颗粒脂肪移植大约 20 多年前在我国和东亚地区流行过一段时间，后来由于效果不佳和并发症比较多而趋于沉寂。近年来，这项技术再次受到国内外整形外科医生的高度关注，成为近期整形外科领域最受瞩目的技术之一，围绕脂肪移植举办的各种专题会议和学习班层出不穷，说明很多整形外科医生对这项技术感兴趣，想学习这项技术。

刘毅教授领导的中国人民解放军兰州总医院整形外科长期从事脂肪移植的基础和临床研究，围绕移植脂肪组织成活机制、影响移植脂肪成活的因素、脂肪移植器械、脂肪移植方法、脂肪组织的保存、组织工程脂肪组织等问题进行了系统深入的研究，取得了丰硕的研究成果，在国内外产生了很大的影响，是目前国内从事脂肪移植研究实力最强、成果最丰富的团队之一。

刘毅教授以其科室的团队为主，同时邀请国内在脂肪移植领域有卓越建树的专家，根据各自的研究成果和临床实践共同编写了本书。根据我对这些编者们的了解，我相信本书所介绍的理论、技术和方法，均源于实验室研究的发现和丰富的临床实践，因此，本书理论阐述比较透彻，临床经验有很好的指导意义，是一本很实用的专业参考书，值得推荐给同行们学习和参考。

虽然脂肪移植的实验研究已经比较深入、临床应用已经很广泛，但许多问题并没有彻底搞清楚，我们还不十分清楚移植脂肪是如何重新建立血液供应并保持活力的，干细胞在其中究竟发挥了什么样的作用；我们还缺乏有效检测移植脂肪是否成活的客观方法，我们不明白为什么有些患者移植脂肪后成活率高，而有些患者成活率低。已经介绍的移植脂肪的方法有很多种，何种方法最好似乎还没有结论，而血管栓塞等严重并发症如何防治我们尚无良方。综上所述，我们可以看出，脂肪移植的研究仍然还在路上，我们需要一大批像刘毅教授和本书其他作者一样的专家学者潜心研究，回答上述问题，只有上述问题有了圆满的答案，我们才可以说脂肪移植成了一项成熟的技术，可以放心地推广应用了。我相信那也是刘毅教授出版第四部关于脂肪移植的专著的时候，对这一天的到来我是充满期待的。

郭树忠

西安交通大学第一附属医院整形外科教授

2016 年 10 月 16 日

序言二

自体脂肪组织移植技术经历了 120 多年的探索过程，由于脂肪细胞获取方便，整形外科医生不愿意遗弃这种自体充填材料，从诺埃伯(Neuber, 1893)多个小块脂肪组织移植修复软组织缺损畸形，到现在研究的脂肪来源干细胞移植，其目的都是增加移植脂肪细胞成活的数量，减少吸收，维持良好的充填效果。艾伦·博根(Ellen Bogen, 1986)采用颗粒状脂肪组织移植治疗痤疮、外伤后组织缺损、鼻唇沟过深、眼睑凹陷、面部萎缩等效果明显。脂肪颗粒注射受到整形外科医生的关注，30 年的时间内有大量的文献报道在半侧颜面萎缩症、半侧颜面短小症、面部软组织缺损凹陷畸形、小乳症等方面取得良好效果，并且应用于面部美容和抗衰老治疗。在脂肪移植技术的研究中，对于脂肪的获取方法、脂肪纯化方法、如何减少脂肪颗粒的含水量、注射方法、应用三维扫描技术测算脂肪移植前后的体积和评价方法等方面产生许多共识，也有许多问题在探索之中，如对脂肪来源干细胞的认识、脂肪来源干细胞移植技术、富血小板血浆 / 富血小板纤维蛋白 (platelet-rich plasma/platelet-rich fibrin, PRP/PRF)、基质血管成分细胞 (stromal vascular fraction, SVF) 在脂肪移植中应用及效果评价，这些科学问题还存在很大争论，有待于学者们不断深入研究。

面部脂肪注射引起视网膜中央动脉和大脑中动脉栓塞的并发症时有发生，应该引起医生们重视，初次做脂肪移植的医生要经过专门的技术培训，要熟悉面部血供的解剖关系，预防动脉栓塞的发生。

《自体脂肪移植新技术》总结了近年来脂肪移植技术的临床经验和实验室研究成果，规范了脂肪移植的操作流程，是整形外科医生应用脂肪移植技术的重要参考教材，希望对临床操作和理论探索起到指导作用。

祁佐良

2016 年 11 月 5 日于北京

前言

自体脂肪组织被认为是最理想的软组织充填材料，因此，自体脂肪移植已成为目前应用最为广泛的整形美容技术之一。由于缺乏统一的临床操作规范，术后效果不确定，远期效果不甚理想，以及术后各种各样并发症的发生，自体脂肪移植也是最具争议的整形美容技术。其争议涵盖该技术的安全性、有效性，以及所有操作环节，包括供区选择、脂肪获取、脂肪处理、移植方法、矫枉过正、术后处理、移植后脂肪的成活过程与成活率、添加剂使用、冷冻保存以及各种辅助技术的应用等。凡此种种，自体脂肪移植就成为国内外从事该领域临床与相关基础研究工作专家们的研究热点。

2009年，笔者主编出版《脂肪移植的基础与临床》一书，主要介绍了自体脂肪移植的基本内容和笔者的临床经验总结，以及提高自体脂肪移植成活率的实验研究工作，并侧重介绍了笔者在组织工程脂肪构建方面所做的一些研究工作。2011年，承蒙著名整形外科专家王伟教授的厚爱和信任，和郭树忠教授一道共同担任由他领衔的巨著《中国整形美容全书》第2分册《形体雕塑与脂肪移植外科学》的主编工作，在当时国内从事形体雕塑与脂肪移植临床工作的众多专家中，邀请到来自六个省市、七家医疗单位的十多位专家组成编写小组，历经10个月，顺利完成编写工作并于2012年底出版。书中重点介绍了脂肪抽吸术、脂肪移植术和形体成形术的最新进展，充分体现了著作的科学性、先进性、实用性和可读性。

斗转星移，几年过去了，自体脂肪移植技术在国内外仍方兴未艾，新技术、新方法、新认识、新进展不断涌现，为了能及时充分反映国内外在自体脂肪移植领域的实际水平与最新成就，同时弥补前两部著作的不足，动议编写本书。

本书由国内七个省会城市的七家三甲医院整形美容外科专家联袂撰写完成，主要注重实用性，特别是以可操作性为核心的临床实用价值。作者们以自己的病例资料，辅以相应的文字说明，图文并茂，力争使读者们轻松阅读，一目了然。

本书由12章组成，内容涉及自体脂肪移植的围术期处理、自体脂肪取材与纯化、自体脂肪移植方法、自体脂肪移植后的转归与效果评价、面部网格化分区与精细移植、自体脂肪移植在手部和乳房的应用，以及细胞辅助脂肪移植（cell-assisted lipotransfer, CAL）、PRP/PRF、SVF在自体脂肪移植中的应用，面部自体脂肪肌肉注射（fat autograft muscle injection, FAMI）技术与纳米脂肪移植技术等方面的成果。

本书在编写过程中，各位作者以自己所做的工作为主，结合文献资料，力求使所撰写的内容能尽可能反映国内外自体脂肪移植技术目前的发展现状，由于水平有限，加上所取得的临床经验的局限性，书中难免挂一漏万出现错误，敬请广大同行予以批评指正。

刘 毅

2016年9月8日



第1章 概述 // 001

第1节 自体脂肪组织移植的历史 // 002

第2节 自体脂肪组织移植技术的发展 // 003

第3节 自体脂肪组织移植技术的共识与争议 // 004

一、自体脂肪移植的安全性与有效性 // 004

二、自体脂肪移植的几个重要环节 // 005

三、自体脂肪移植后的效果评价 // 007

四、制订脂肪移植临床操作规范的必要性 // 008

参考文献 // 008

第2章 自体脂肪移植量的评估和围术期处理 // 011

第1节 自体脂肪移植量的评估 // 012

一、自体脂肪移植的一般评估方法 // 012

二、受区注射生理盐水 // 012

第2节 自体脂肪移植的围术期处理 // 014

一、术前准备 // 014

二、自体脂肪移植术后处理 // 023

参考文献 // 026

第3章 自体脂肪取材与纯化 // 027

第1节 注射器法取材 // 028

一、肿胀麻醉 // 028

二、供区选择 // 028

三、抽吸针与注射器的选择 // 029

四、脂肪获取具体方法 // 030

第2节 Body-jet 自体脂肪移植吸脂术 // 031

- 一、Body-jet 水动力吸脂机收集及纯化脂肪原理 // 031
- 二、Body-jet 水动力吸脂系统收集脂肪的一般步骤 // 032

第3节 自体脂肪的纯化 // 034

- 一、静置沉淀法 // 035
- 二、冲洗过滤法 // 036
- 三、纱布棉垫吸附法 // 036
- 四、漂洗法 // 036
- 五、离心法 // 036

参考文献 // 039

第4章 脂肪移植方法 // 041

- 一、注射器直接推注法 // 043
- 二、注射枪法 // 043
- 三、螺纹推注法 // 044
- 四、螺旋推注法 // 044
- 五、齿轮推注法 // 045
- 六、气压推注法 // 046
- 七、电动推注法 // 046

参考文献 // 049

第5章 自体脂肪移植后的转归与效果评价 // 051

第1节 自体脂肪移植后的转归 // 052

- 一、自体脂肪组织移植后的组织学变化 // 052
- 二、影响移植脂肪组织体积变化的因素 // 053

第2节 自体脂肪移植后的效果评价 // 056

- 一、直接测量法 // 056
- 二、影像学测量法 // 061

参考文献 // 068

第6章 面部网格化分区与自体脂肪精细移植 // 071

第1节 面部网格化分区与术前美学评估 // 073

- 一、面部美学标准 // 074

二、面部网格化分区 // 075
三、术前美学评估的方法与网格化美学分区的意义 // 077
第 2 节 额部网格化分区与脂肪移植 // 079
一、网格化分区 // 079
二、自体脂肪移植 // 080
第 3 节 眉部网格化分区与脂肪移植 // 083
一、网格化分区 // 083
二、自体脂肪移植 // 083
第 4 节 鼻部网格化分区与脂肪移植 // 084
一、网格化分区 // 085
二、自体脂肪移植 // 085
第 5 节 唇部网格化分区与脂肪移植 // 087
一、网格化分区 // 088
二、自体脂肪移植 // 088
第 6 节 颈部网格化分区与脂肪移植 // 089
一、网格化分区 // 089
二、自体脂肪移植 // 089
第 7 节 鼻唇沟部网格化分区与脂肪移植 // 091
一、网格化分区 // 092
二、自体脂肪移植 // 092
第 8 节 眼眶部网格化分区与脂肪移植 // 093
一、网格化分区 // 093
二、自体脂肪移植 // 093
第 9 节 颊部网格化分区与脂肪移植 // 096
一、网格化分区 // 096
二、自体脂肪移植 // 096
第 10 节 颞部网格化分区与脂肪移植 // 099
一、网格化分区 // 099
二、自体脂肪移植 // 100
第 11 节 耳部网格化分区与脂肪移植 // 101
一、网格化分区 // 101
二、自体脂肪移植 // 102
参考文献 // 102

第7章 自体脂肪移植手部年轻化技术 // 103

- 一、适应证 // 104
- 二、器械 // 104
- 三、自体脂肪颗粒的获取 // 105
- 四、脂肪颗粒的制备 // 107
- 五、脂肪颗粒注射 // 108
- 六、术后处理 // 108
- 七、术后评估 // 109
- 八、并发症 // 109
- 九、注意事项 // 112

参考文献 // 114

第8章 组织外扩张器辅助自体脂肪移植隆乳与乳房再造 // 115

- 一、BRAVA 装置的作用原理 // 116
- 二、BRAVA 装置的临床适应证与禁忌证 // 119
- 三、BRAVA 装置及其使用方法 // 119
- 四、并发症及其处理方法 // 122

参考文献 // 122

第9章 CAL 技术与自体脂肪移植 // 125

第1节 干细胞的基础知识 // 126

- 一、干细胞的基本特性 // 126
- 二、干细胞的基本种类 // 128

第2节 脂肪源性干细胞的基础知识 // 129

- 一、脂肪源性干细胞的发现过程 // 129
- 二、常用名词 // 129
- 三、脂肪源性干细胞的基本特性 // 130
- 四、脂肪源性干细胞的研究和应用 // 130

第3节 CAL 技术的基本原理 // 130

- 一、基本概念 // 130
- 二、相关临床实验研究 // 131
- 三、CAL 技术的机制 // 132

第4节 CAL技术的应用 // 133

- 一、应用 SVF 的 CAL 技术 // 133
- 二、应用 ADSC 的 CAL 技术 // 135
- 三、干细胞辅助脂肪移植的产业化 // 135
- 四、CAL 技术的适应证 // 137

第5节 CAL 技术的问题与展望 // 140

- 一、细胞分离和扩增过程中的问题 // 140
- 二、临床应用的问题 // 140
- 三、前景与展望 // 141

参考文献 // 142

第10章 PRP/PRF 与自体脂肪移植 // 145

第1节 PRP 辅助的自体脂肪移植 // 146

- 一、PRP 简介 // 146
- 二、PRP 制备方法 // 146
- 三、PRP 作用机制 // 147
- 四、操作步骤 // 147

第2节 PRF 辅助的自体脂肪移植 // 151

- 一、PRF 简介 // 151
- 二、PRF 与 PRP 对比 // 151
- 三、PRF 的制备 // 151
- 四、操作过程 // 152

参考文献 // 154

第11章 自体 SVF 辅助颗粒脂肪移植隆乳术 // 155

第1节 概述 // 156

第2节 术前准备 // 157

- 一、自体 SVF 辅助颗粒脂肪移植隆乳术的临床适应证与禁忌证 // 157
- 二、手术人群的选择 // 157
- 三、术前谈话 // 158
- 四、术前检查项目 // 158
- 五、摄影 // 158

第3节 基本手术操作方法 // 159

- 一、脂肪供区与切口选择 // 159
- 二、脂肪获取 // 160
- 三、SVF的提取 // 164
- 四、自体SVF辅助颗粒脂肪移植隆乳术技术要点 // 166

第4节 术后处理及护理 // 170

第5节 并发症的发生与预防 // 170

- 一、感染 // 170
- 二、水肿、血清肿 // 171
- 三、脂肪液化 // 171
- 四、硬结 // 171
- 五、假性囊肿 // 172
- 六、色素沉着、感觉改变 // 172
- 七、皮肤凹凸不平 // 172
- 八、脂肪栓塞 // 172
- 九、隆乳术后双乳不对称 // 172
- 十、乳房下垂 // 173

第6节 术后随访 // 173

参考文献 // 174

第12章 脂肪移植的其他技术 // 175

第1节 FAMI技术 // 176

- 一、操作方法 // 177
- 二、操作规范 // 178

第2节 超微粒脂肪移植技术：基础研究与临床应用 // 179

- 一、操作方法 // 179
- 二、超微粒脂肪的临床应用 // 183
- 三、小结 // 187

第3节 瘢痕粘连与凹陷性瘢痕的处理 // 188

- 一、瘢痕粘连的处理 // 188
- 二、凹陷性瘢痕粘连的特点与处理 // 190

参考文献 // 195



第1章 概 述



第1节 自体脂肪组织移植的历史

自体脂肪组织移植已有一百多年的历史。1889年，Van der Meulen 首先将脂肪组织游离移植应用于临床。1893年，Neuber 在采用大块脂肪组织移植失败的基础上，改良为采用多个小块脂肪组织移植修复软组织缺损畸形获得成功。1895年，Czerny 报道采用切除的脂肪瘤组织移植进行乳房整形获得成功。1909年，Lexer 采用腹部脂肪组织块移植治疗眶下区凹陷与半侧颜面萎缩等取得满意效果。1911年，Bruning 尝试采用脂肪注射技术进行鼻成形术未获成功。但到1925年，脂肪移植被广泛地应用于体表软组织凹陷、半侧颜面萎缩、小乳症等的治疗。1938年，脂肪移植已成为整形与再造外科中被确认的一种治疗方法。20世纪六七十年代，游离脂肪移植被用于充填额窦清除后残留的死腔，也被用于覆盖神经与肌腱，以及腰段脊髓手术中覆盖硬脊膜。随着脂肪移植应用范围的扩大与经验的积累，临床医生发现，游离脂肪组织对感染的抵抗力较低，移植后吸收严重，吸收量高达30%~70%，而且容易发生移植物中心部位无菌性坏死、液化，形成囊肿，并最终被纤维结缔组织所代替，其疗效并不令人满意。所以自20世纪60年代以后，游离脂肪组织移植几乎被弃用。

要提高游离脂肪组织移植（free adipose tissue transplantation）的成活率，其关键在于血供重建。20世纪五六十年代，临床工作者认识到真皮具有丰富的血管，与之紧密附连的脂肪组织可以从真皮血管网中获得血液供应，从而增加脂肪组织的存活，减轻脂肪移植后期移植物体积的丧失。因此，对真皮脂肪组织复合移植给予了高度关注，进行了大量实验研究与临床应用。1959年，Watson 成功地实施1例真皮脂肪组织复合移植，该移植物为20.32 cm × 22.86 cm × 7.62 cm大小，重200~250 g，移植后未发生组织坏死、脂肪液化和感染。1972年，Leaf 和 Zarem 运用真皮脂肪组织进行面部凹陷充填，并强调切取、移植组织块时，操作应轻柔，这样可以减轻组织吸收，而且证实移植的真皮内也无明显的囊肿形成。到1992年，仍有采用真皮脂肪组织移植治疗进行性半侧颜面萎缩（progressive hemifacial atrophy, PHA）（Romberg病）等轻、中度面部软组织缺损的报道。此外，也用于治疗腮腺切除后下颌区凹陷、后天性与先天性软组织凹陷、半侧颜面萎缩和小乳症，认为真皮脂肪组织是软组织凹陷最好的填充材料。但Sawney 在1969年以猪作为实验对象进行了真皮脂肪组织移植的实验研究，结果发现：移植后1周、2周、4周与8周时，移植物体积分别丧失6.7%、9.0%、20.0%与33.3%，并观察到血管生长仅限于真皮部分，没有血管自真皮长入脂肪组织。根据实验结果，Sawney 认为真皮血管形成良好并不能提高脂肪的存活，真皮脂肪组织移植优于单纯脂肪组织移植的关键在于操作方便，减轻损伤，从而降低了移植物的吸收率。其他学者的实验与临床研究结果也显示，真皮脂肪组织移植后仍存在明显吸收，吸收率达40%~50%或更高，必须再次手术充填。综合此类研究结果，真皮脂肪组织移植较单纯脂肪组织移植效果有所改善，但最终结果仍不尽如人意。

20世纪60年代，显微外科技术与显微解剖学的发展，为脂肪组织移植提供了新的途径。吻合血管的大网膜游离移植于20世纪70年代开始应用于临床，用于头皮缺损的修复和半侧颜面萎缩的

治疗。随后带血管蒂的大网膜移植、筋膜脂肪组织瓣游离或带蒂移植在临床上得到应用，其优点在于移植的组织瓣无须过多地固定，植入时也易于塑形。因此，不带血供的脂肪组织块移植因不易成活而较少被选用。

20世纪80年代，脂肪抽吸技术的问世，使得自体脂肪组织移植新技术——颗粒脂肪注射移植技术应运而生，并成为目前应用最为广泛的整形美容外科技术之一。

第2节 自体脂肪组织移植技术的发展

自20世纪80年代脂肪抽吸技术的问世，术区外形凹陷的问题同时也显现出来，外科医生采用游离脂肪注射充填的方法矫正这些凹陷。1983年，Chajchir尝试采用抽吸的脂肪组织治疗面部凹陷。1986年，Illouz报告了采用脂肪细胞移植治疗凹陷畸形的新技术。到20世纪80年代末期，研究的重点主要集中在机械压力对所获得的脂肪细胞的影响和注射脂肪组织长期存活的问题。Coleman通过研究于1995年提出，可以采用离心技术浓缩抽吸的脂肪组织，并可以在全颜面采用多层面注射移植。

目前，颗粒脂肪注射移植技术已经成为自体脂肪组织移植的代名词，其适应证不断在扩大，它可以作为组织填充物被注射移植到任何存在挛缩与组织缺损的皮下部位，其中最常用于面部填充，实现面部年轻化，也可借助丰唇、颞部与颊部等部位充填以重塑面部外形；也用于矫正由于脂肪代谢综合征和脂肪萎缩而导致的局部凹陷或脂肪缺损区域。此外，颗粒脂肪注射移植技术也用于阴茎充填、手背充填以及通过肛周注射治疗括约肌的不连续。Brava技术的问世实现了乳房充填的技术革命，使得大容量隆乳获得成功。此外，该技术的适应证在不断扩大，甚至用于非美容外科领域的治疗，如斜坡脊索瘤、先天性短腭、眼窝重建、颧窦骨折、骨骺生长板部分切除、内源性指蹼瘫痪、腰椎间盘突出、红斑狼疮性肢痛、颧骨骨折、偏头痛、区域性硬斑病、鼓膜成形术、眼轮匝肌切除术后眶外侧缘组织缺损、臭鼻症、漏斗胸、放射后组织缺损、声带沟、颞下颌关节强直、薄甲、经蝶骨外科手术、声带麻痹、声带瘢痕等。此外，Alexandra采用细胞辅助自体脂肪移植（cell-assisted lipotransfer, CAL）技术治疗12例烧伤瘢痕，发现术后皮肤的质地、颜色、柔韧性、功能均得到明显改善，证明自体脂肪移植对烧伤瘢痕修复效果确切。而且，还有报道证实，自体脂肪移植除了可修复瘢痕外观外，还可缓解瘢痕所致的神经性疼痛。

由于颗粒脂肪注射移植也存在与游离脂肪组织移植和游离真皮脂肪组织移植相近似的缺点。近年来，针对颗粒脂肪注射移植后存活率较低的问题，经过大量实验与临床研究和探索，先后涌现出在移植的同时在移植物中加入生长因子，如表皮生长因子（epidermal growth factor, EGF）、成纤维细胞生长因子（fibroblast growth factors, FGF）、血管内皮生长因子（vascular endothelial growth factor, VEGF）、肝细胞生长因子（hepatocyte growth factor, HGF）、胰岛素样生长因子（insulin-like growth factors, IGF）等，或与干细胞，如间充质干细胞（mesenchymal stem cells, MSCs）、人脐带间充质干细胞（human umbilical cord mesenchymal stem cells, hUCMSCs）、脂肪来源干细胞