

2 型糖尿病的两大核心病理机制

身体对胰岛素的反应性下降，导致葡萄糖不能被有效利用，全身糖代谢效率长期处于低下状态。

胰岛素抵抗
(Insulin Resistance, IR)

为维持血糖稳定，胰岛 β 细胞不得不长期分泌过量胰岛素，日积月累逐渐出现疲劳与功能减退。

胰岛 β 细胞
长期过负荷引起的
功能衰减

上述两种机制相互影响，彼此促进，最终导致血糖调控失衡并形成恶性循环。其结果不仅使糖代谢紊乱持续恶化，也进一步诱发心血管、视网膜、肾脏、神经等多系统并发症，使糖尿病作为现代社会高发代谢性疾病的严重危害愈发凸显。传统治疗主要依赖于降血糖及外源性胰岛素补充，对细胞及代谢层面病理状态的本质改善仍显不足。随着病程进展及并发症累积，可选择的治疗手段逐渐受限，其疗效与疾病进展抑制能力亦相对有限，难以针对病理根源治疗形成实质性突破。

HELENE 提出的 β -MSC 双重机制干细胞治疗

基于上述两大病理根源，HELENE 依托在再生医疗领域长期积累的经验，研发出一套同时针对胰岛素抵抗 (IR) 与胰岛 β 细胞功能衰减的“双重机制”干细胞治疗体系。

间充质干细胞 (MSC)：干预胰岛素抵抗 (IR)

在代谢层面，MSC 有助于提升胰岛素敏感性，使身体更加高效地利用葡萄糖，从而减轻胰岛在长期代谢应激下所承受的负荷。

MSC 改善胰岛素抵抗的作用机制

在 HELENE 的双重机制干细胞治疗中，MSC 在 2 型糖尿病中主要承担着改善「代谢层面」失衡的特化作用。其核心机制在于：通过旁分泌 (Paracrine) 作用对全身代谢产生影响。

MSC 能分泌多种具有生物活性的分子，包括外泌体、细胞因子、生长因子及调节性 miRNA (microRNA) 等，这些分子作用于骨骼肌、肝脏等关键代谢器官，从而促进胰岛素敏感性的提升。

MSC 在代谢层面的主要作用包括：

I. 精细调节胰岛素信号传导

MSC 释放的外泌体可将关键 miRNA 递送至代谢组织，通过调控与胰岛素相关的基因表达，增强胰岛素信号传导的稳定性与效能。

II. 支持胰岛素敏感性的提升

MSC 旁分泌的细胞因子与生长因子可改善细胞间反应性，促进葡萄糖进入细胞并被充分利用，推动能量代谢处于更为有利的状态。

III. 提高代谢组织对葡萄糖的利用效率

MSC 分泌的生物活性因子作用于骨骼肌与肝脏，促进葡萄糖的摄取、储存与消耗，更有效地平稳血糖波动。

IV. 减轻胰岛 β 细胞的长期负荷

随着胰岛素敏感性改善，身体对胰岛素的需求自然下降， β 细胞可逐步摆脱长期过量分泌的压力，从而获得恢复与修复的空间。

V. 通过抑制慢性炎症，从根源改善胰岛素抵抗

慢性炎症会干扰胰岛素信号传导，是诱发胰岛素抵抗的重要因素之一。MSC 的抗炎性旁分泌作用有助于改善炎症性微环境，从源头抑制胰岛素抵抗的形成与进展。

IPC 前体细胞：干预 β 细胞疲劳与功能减退

在培养终末阶段，MSC 有潜力分化为 IPC 前体细胞 (Insulin-Producing Cell Progenitors, 胰岛素分泌细胞前体)。经肌肉内注射后，这些细胞可对胰岛反应提供额外支持，有望分担部分 β 细胞负荷。

IPC 前体细胞对胰岛功能的辅助机制

针对 2 型糖尿病中“胰岛功能层面”的问题，HELENE 采用由 MSC 分化而来的 IPC 前体细胞，旨在补充并减轻内源性 β 细胞长期承受的负荷。IPC 前体细胞保留一定的再生潜能，且已具备部分胰岛素分泌与调节功能。其核心作用体现在：

I. 通过局部旁分泌改善代谢与炎症微环境

IPC 前体细胞分泌 IGF-1、VEGF 等多种生理活性因子，可稳定注射部位周围的组织环境并支持细胞存活。这些因子所产生的局部旁分泌效应有助于改善肌肉组织内的代谢状态与炎症性微环境，为细胞功能的充分发挥提供支持。

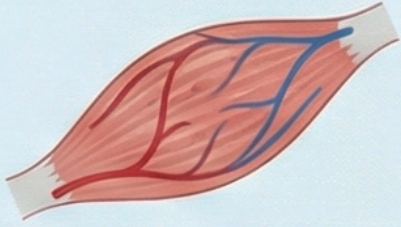
II. 形成具备 β 样功能的局部微生态结构 (Micro-Niche)

IPC 前体细胞经肌肉内注射后，利用血流丰富、组织结构优良的骨骼肌环境在局部滞留，形成具 β 样功能的小型支持性生态位 (Micro-Niche)。由此构建出一个可对血糖波动作出辅助应答的局部支持中心，从多层面对胰岛功能的支援。

上述两种机制相辅相成，可对糖尿病的主要病理根源进行广泛而系统的靶向干预。本治疗方案并非仅以“降低血糖数值”为目标，而是着重于重建代谢稳态与优化长期体内环境，是一种面向病理本质的前沿治疗策略。

采用肌肉内注射（IM）的优势

本治疗方案选择肌肉内注射（IM）作为回输方式，是基于该途径在确保 IPC 前体细胞存活率与功能发挥方面具备多重生物学优势：



血流与营养供应丰富，有利于细胞存活

与皮下组织相比，骨骼肌组织的**血供更加充足**，可为 IPC 前体细胞提供充沛的营养、氧气及代谢交换环境。完善的血管网络有助于延长细胞在局部的存留时间，并支持其稳定发挥功能。



稳定的组织结构，促进功能性微环境形成

肌纤维排列有序，空间结构稳定，有利于 IPC 前体细胞在局部聚集、黏附并长期停留。由此更易形成具有 β 样功能的微型功能生态位（micro-niche），使细胞群能够以更稳定的方式持续发挥作用。

治疗流程



STEP 1

咨询与评估

首先，请准备并提交所有与健康状况相关的资料（**健康体检报告、血液检查结果、患者问诊表**等）。资料提交后，本院医师将对当前健康状态及相关资料进行综合评估，并就干细胞治疗的具体内容及最适合您的治疗方案进行详细说明。



STEP 2

细胞组织采集

在进行血液检查之前，我们将先行进行细胞采集。根据当日的现场状况，也有先进行采血，再进行细胞采集的可能。进行局部麻醉后，从耳后部皮肤采集约 5 mm 大小的一块皮下脂肪组织。采集操作约需 20 分钟。术后由护理人员及时检查与处理创口，并根据需要为您提供相应药物。



STEP 3

于 HELENE 细胞培养中心（CPC）进行细胞培养

细胞培养过程约需4周。在全部培养过程中，本院均使用自主研发的无动物成分培养基「HELENE MEDIUM」，以确保安全性与品质。

培养完成后，将依次进行以下严格的质量管理与处理步骤：

- 细胞筛选与纯化：
通过 autoMACS[®] Pro Separator（自动磁性细胞分离装置）对 MSC 进行高精度筛选与纯化
- 定量分析：
使用 Countess[®] 3 FL（自动细胞计数仪）对细胞数量进行精确测定
- 活性评估：
采用已获专利的 AI 影像解析系统，对细胞活性及存活率进行综合评估
- 样本保存：
采集的组织样本将以 -196°C 液氮下进行长期存储。



STEP 4

治疗实施 (静脉点滴注射 + 肌肉内注射)

为在细胞处于活性最佳的时间点实施治疗，务必于指定日期准时来院。治疗前，工作人员将向您展示本人的细胞，并说明干细胞品质证明书的详细内容，再次与您确认治疗内容是否正确。

整个治疗过程（包括静脉点滴与肌肉内注射）约需 1 小时 30 分钟。

