



妊娠期糖尿病运动指南

Cliantha Padayachee、Jeff SCoombes

Cliantha Padayachee, Jeff SCoombes, Physical Activity and Health, the School of Human Movement Studies and the Centre for Research on Exercise, the University of Queensland, St Lucia QLD 4072, Australia

作者贡献: Padayachee C 和 Coombes JS 对本文的贡献相同。

利益冲突声明: 两位作者均提交了利益冲突声明, 并声明: 任何组织均不支持提交的作品; 与在过去三年内可能对提交的作品感兴趣的组织无财务关系; 无其他可能影响提交的作品的关系或活动。有关每位作者的声明, 请参见随附文件。

开放获取: 本文是一篇开放获取文章, 由内部编辑选择, 并由外部审稿人进行完全同行评审。它是根据知识共享署名非商业 (CC BY-NC 4.0) 许可证分发的, 允许其他人在非商业的基础上分发、重新混合、改编、在本文的基础上再接再厉, 并以不同的条款许可其衍生作品, 前提是原始作品被正确引用, 并且使用是非商业的。参见: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

通讯作者: Jeff SCoombes, PhD, Physical Activity and Health, the School of Human Movement Studies and the Centre for Research on Exercise, the University of Queensland, Blair Drive, St Lucia QLD 4072, 澳大利亚。jcoombes@hms.uq.edu.au
电话: +61-7-33656767
传真: +61-7-33656877

收稿日期: 2014-08-28
同行评审开始日期: 2014年08月28日
首次决定日期: 2014年12月17日
修订日期: 2015年01月19日
接受日期: 2015年04月27日
出版中的文章: 2015年04月29日
在线出版日期: 2015年07月25日

摘要

妊娠期糖尿病 (GDM) 的患病率

在全球范围内呈上升趋势。这种疾病对妇女、未出生的胎儿和儿童有许多不利影响。GDM 的管理旨在通过控制血糖水平介导高血糖的影响。与药物和饮食干预一起, 运动具有帮助血糖控制的强大潜力。由于孕期运动风险和益处的不确定性, 女性倾向于避免运动。但在充分的监督下锻炼对 GDM 的治疗既安全又有益。因此, 将运动纳入 GDM 妇女的连续护理至关重要。医生应能够转诊至有能力知情的运动专业人员, 以帮助 GDM 治疗。通过研究告知运动治疗非常重要。因此, 制定循证指南对告知实践很重要。目前尚无 GDM 运动指南。本综述旨在评估运动对 GDM 管理的疗效, 以建立针对该病情的运动处方指南。建议 GDM 女性进行中等强度的有氧和抗阻运动, 每周至少3次, 每次30-60 min。

关键词: 妊娠期; 妊娠; 葡萄糖; 生理学; 指南; 身体; 活动

©作者2015。由Baishideng Publishing Group Inc.出版。保留所有权利。

核心提示: 运动已被证明有益于改善妊娠糖尿病 (GDM) 女性的妊娠结局。然而, 目前还没有针对该人群发表的运动指南。对有无妊娠糖尿病的孕妇运动的研究结果以及与2型糖尿病有关的指南进行了综述。这篇综述形成了关于 GDM 管理运动的第一个指南。

Padayachee C, Coombes JS. 妊娠期糖尿病的运动指南. *World J Diabetes* 2015;6(8):1033-1044 获取地址: URL: <http://www.wjgnet.com/1948-9358/full/v6/i8/1033.htm> DOI: <http://dx.doi.org/10.4239/wjd.v6.i8.1033>

引言

使用运动作为糖尿病相关疾病患者连续治疗的一部分已被广泛接受和鼓励^[1]。一种越来越普遍的代谢紊乱是妊娠期糖尿病 (GDM)。尽管可能鼓励在该人群中使用运动处方作为治疗, 但缺乏一般运动处方指南。因此, 本综述的目的是评估目前处方用于 GDM 管理的运动的疗效, 以便建立针对 GDM 的运动处方指南。

GDM 的定义和诊断

GDM 定义为“妊娠期开始或首次发现的不同严重程度碳水化合物不耐受”^[2]。该定义的其他变体进一步指高血糖的发作期, 特别是在妊娠24-28周内^[3] 和在孩子出生后自然消除高血糖状况^[4]。

妊娠期间高血糖的最早记录来自20世纪60年代, 当时 O'Sullivan (和内分泌科医生/妇科医生) 领导的一个研究小组指出, 妊娠女性的高血糖与妊娠结局较差相关, 且在随后的妊娠期间2型糖尿病的发生率较高^[4]。2013年, 世界卫生组织 (WHO) 发布了 GDM 的分类和诊断标准 (表1)^[5]。根据高血糖和不良妊娠结局 (HAPO) 研究的结果, 制定了新标准, 以考虑高血糖与母亲和新生儿不良短期妊娠结局之间的可量化关系^[6]。该诊断指南可在整个妊娠期间使用, 可用于区分 GDM 和妊娠期糖尿病 (表1)^[5]。然而, 由于新标准建议空腹血糖水平低于既往使用的水平, WHO预期诊断为 GDM 的孕妇数量会增加^[5]。这些标准变化的影响尚待评价, 尤其是在妊娠结局领域。

GDM 的风险因素

有一系列危险因素增加发生 GDM 的机会。种族可能在 GDM 发生中起作用, 因为在某些种族亚组中报告了发生率升高。在美国流行病学研究报道发病率较高

非

裔美国人、美洲原住民、西班牙裔和东方人的 GDM 发生率高于非白人西班牙裔女性^[7-9]。在澳大利亚, 澳大利亚土著以及出生在亚洲和印度的女性的 GDM 患病率更高^[10-12]。

在欧洲, 一项大规模流行病学研究 ($n = 11205$) 发现少数民族女性的 GDM 患病率更高^[13]。与白人女性相比, 相对风险范围为黑人3.1、其他5.9、南亚7.6和

11.3, 印度女性^[13]。生活在亚洲的亚洲女性的发病率比例低于生活在其他大陆的亚洲女性^[14]。据观察, 居住在城市地区的印度女性的发病率高于居住在印度农村地区的女性^[15]。

此外, 不可改变的风险因素包括母亲年龄较大 (定义为35岁以上)^[16,17]、多囊卵巢综合征、糖尿病家族史和妊娠高血压^[17]。既往妊娠期间患病的女性中 GDM 的发生率也高30%-60%^[18-22]。在一项对651例首次妊娠期间患有 GDM 的加拿大女性进行的16年纵向回顾性研究中, 35%的女性在第二次妊娠期间发生GDM^[23]。孕前体重较高是后续妊娠中 GDM 复发的强预测因素^[23]。

这一发现导致了对生活方式相关因素的讨论, 这些因素在很大程度上是可以改变的。超重和肥胖等因素可以被改变。通过巢式病例对照研究考察了1145例女性在妊娠期间的体重增加情况^[24]。研究结果表明, 妊娠期间体重增加较大 (0.27-0.41 kg/周或更多) 的受试者发生 GDM 的风险增加43%-74%。在超重和肥胖女性中该效应进一步加重^[24]。此外, 据报告, 不良饮食和营养是导致母体体重增加和 GDM 风险增加的介质^[25-27]。认为精制糖含量特别高、血糖指数和脂肪含量高的饮食会增加妊娠期 GDM 和高血压的风险^[25,28]。然而, 大多数报告这些结果的研究规模较小, 无法提供关于饮食在增加 GDM 风险中作用的结论性证据^[25,28]。即便如此, 一项大型前瞻性研究 ($n = 13475$) 调查了含糖饮料的摄入量和 GDM 的发生率。10年随访后

在860例 GDM 病例中, 发现过量饮用 (每周 ≥ 5 份) 含糖可乐可使 GDM 风险增加22%^[29]。

在一项824例女性的基于人群的纵向研究中, 发现高血压使发生 GDM 的相对风险增加至无高血压女性的2倍 (相对风险2.03)^[30]。丹麦一项针对215名女性的研究证实了高血压与 GDM 之间的关系, 其中高血压患者的 GDM 发生率更高^[31]。围绕高血压和妊娠期糖尿病病理生理学的文献并不能明确支持

表1妊娠期糖尿病 (WHO 2013) 和妊娠期糖尿病 (WHO 2006) 诊断标准^[5]

	妊娠期糖尿病	糖尿病妊娠
空腹血糖水平	$\geq 5.1\text{--}6.9 \text{ mmol/L}$	$\geq 7.0 \text{ mmol/L}$
75 g 口服葡萄糖耐量1 h:	OR $\geq 10.0 \text{ mmol/K}$	OR 1: 不要求
检测水平	2 h: $\geq 8.5\text{--}11.0 \text{ mmol/L}$	2 h: $\geq 11.1 \text{ mmol/L}$
随机血糖水平	不要求	$\geq 11.0 \text{ mmol/L}$

剧烈活动和快走均对发生 GDM 有保护作用（分别为 $RR = 0.77$ 和 $RR = 0.66$ ）。久坐女性发生 GDM 的风险增加 2 倍以上 ($RR = 2.30$)^[34]。最近一项涉及妊娠女性的随机对照试验设有一个运动组 ($n = 40$)，从事基于陆地的中等抗阻活动结合水上有氧活动^[35]。对照组 ($n = 43$) 未给予体力活动建议或运动监督。在妊娠 24-28 周期间，女性接受 50 g 母体葡萄糖筛查试验，其中运动组的葡萄糖水平 (5.76 ± 1.13) 显著优于对照组 (7.05 ± 1.73 mmol/L)^[35]。Dempsey 等^[36]进行的病例对照研究发现，在妊娠前 20 周参加娱乐性体力活动的非糖尿病女性中 GDM 诊断大幅降低 48%-78%。对 909 名非糖尿病美国女性进行的进一步前瞻性研究发现，当进行至少一年的娱乐性运动时，导致发生 GDM 的风险降低 56%-76%^[37]。一项研究 7 项孕前和 5 项早期妊娠研究的大型荟萃分析发现，孕前运动的合并比值比为 0.45，对 GDM 具有高度保护作用^[38]。此外，妊娠早期运动也可显著预防发生 GDM，比值比为 0.76^[38]。风险因素总结见图 1。

GDM 对母亲和儿童的影响

GDM 影响妇女、胎儿甚至出生后、婴儿或儿童的健康。高血糖胎盘环境会增加巨大儿（大于正常出生体重）影响的创伤性妊娠风险^[39,40]。这反过来又增加了婴儿出生时肩部损伤的风险^[40]。胎盘中循环的胰岛素水平过高可进一步加重巨大儿^[3,41]。这是由于胰岛素对胎儿的生长效应增加所致^[41]。因此，在处方降糖母体药物时必须谨慎。不同类型药物的使用仍在研究中，关于降糖药物对胎儿健康的直接影响，还有大量证据有待补充。然而，综述表明，使用胰岛素促泌剂是 **GDM** 最安全的药物治疗形式，因为它们几乎没有或根本没有通过胎盘的灌注^[41-43]。然而，口服降糖药（包括二甲双胍和格列本脲）已被用作胰岛素治疗的替代药物治疗^[44,45]。

婴儿出生后直接出现的其他并发症包括急性呼吸困难、黄疸和神经麻痹^[46-48]。GDM控制不佳的妇女所生的婴儿由于环境的立即损害，出生后很可能会出现低血糖

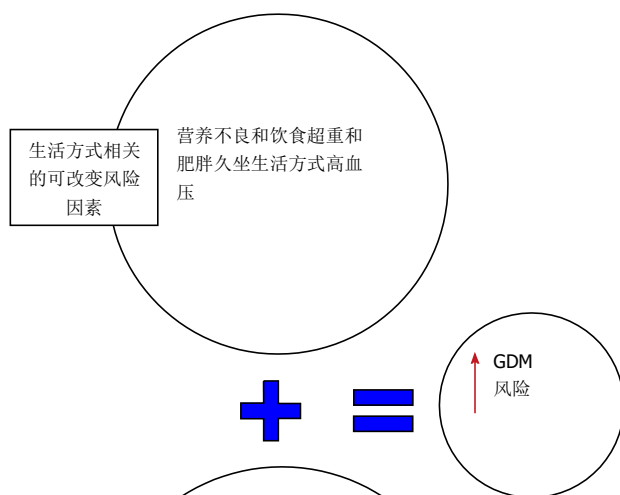


图1妊娠期糖尿病的风险因素。GDM: 妊娠期糖尿病。

母亲年龄较大(35岁以上)既往

不可修改
风险因素

妊娠有 GDM 史的机制复杂。然而, 研究表明, 妊娠期高血压可扰乱免疫应答和炎症途径 [32]。这些反应进一步促进了高血压和高血糖, 使人想起代谢综合征中的途径 [32,33]。以低水平体力活动为特征的静坐行为和生活方式也显示可增加 GDM 的风险。在记录体力活动和久坐行为与 GDM 风险关系的最大型报告研究中, Zhang 等 [34] 审查了 21765 例妊娠女性病例, 其中 1428 例患有 GDM。他们控制饮食因素和其他协变量, 发现剧烈活动、较高的每周体力活动水平与 GDM 风险呈负相关 [34]。

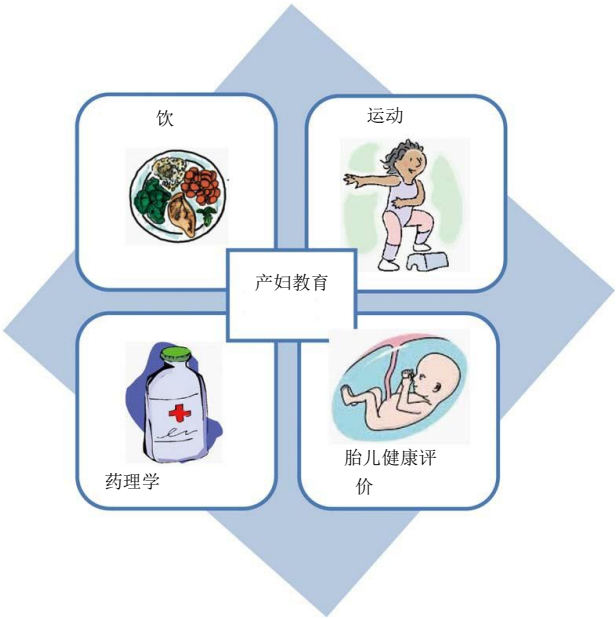


图2妊娠期糖尿病五联管理模式。

葡萄糖 [46,49]。由于存在并发症，婴儿更有可能入住重症监护室并延长住院时间 [48,49]。随着儿童的成长，他们更有可能发生肥胖以及代谢紊乱，如2型糖尿病 [50,51]。

GDM 复合效应引起的创伤性分娩也会对女性的即刻健康产生并发症 [47]。女性更有可能接受紧急剖腹产，尤其是存在先兆子痫时 [49]。先兆子痫是高血压和尿蛋白过多的组合，也是孕产妇死亡的第二大原因 [49]。由于婴儿体型增大，其主动分娩时间更长、器械助产以及三度会阴创伤和撕裂的可能性也更大 [49,51]。这些创伤性事件通常会导致产后出血，从而延长住院时间 [49]。此外，患有以下疾病的女性

直
GDM 产后体重保持率更高
超重和肥胖风险增加 [51,52]。这也被证明与以下风险增加相关
发生慢性高血压、2型糖尿病和
GDM 导致妊娠 [49,51,52]。

由于 GDM 对母婴健康的巨大影响，GDM 的管理对最大限度地减少妊娠期间高血糖的影响至关重要。

GDM 的一般管理

GDM 管理的主要目的是优化血糖控制并改善妊娠结局 [53]。一般而言，GDM 的初始管理包括饮食调整和实施运动方案 [49,54]。如果未达到充分的血糖控制，通常会为该女性处方
关

接降低母体血糖水平的降糖药物，从而间接降低胎儿的血糖水平 [42]。

虽然这不是一种治疗方法，但建议持续评估胎儿的健康和发育，以持续评估畸形和巨大儿 [54]。这包括使用超声和多普勒脐血流测量进行的胎儿监测 [49,54,55]。在一项大型随机对照试验中，将1000例确诊为 GDM 的女性随机分配至妊娠期糖尿病护理组 ($n = 490$) 或常规护理组 ($n = 510$)。妊娠期糖尿病护理组接受饮食建议、血糖监测和胰岛素治疗。对照组不接受标准的孕期保健。评估了妊娠结局，在控制了包括种族和年龄在内的各种因素后，糖尿病治疗组的严重围产期并发症发生率更低 (1%vs 4%) [49]。然而，这种干预措施不包括产妇运动或教育。对进入重症监护室、引产或剖腹产风险也无保护作用。Poolsup 等 [56] 最近进行了一项更大规模的荟萃分析，考察了10项关于 GDM 治疗方法（包括药物和饮食护理）结局的研究。结果发现，这样的治疗显著降低了巨大儿 ($RR = 0.47$)、出生时肩部损害 ($RR = 0.42$) 和妊娠期高血压 ($RR = 0.68$) 的风险。然而，这些治疗缺乏运动的同时，新生儿死亡、新生儿低血糖、产伤、早产、先兆子痫、剖腹产和引产的风险没有变化 [56]。

GDM 推荐的五重奏方法（图
2）包括母亲教育、饮食调整、运动、药理学和胎儿监测。这是根据这些领域独立研究中阳性妊娠结局增加的混杂证据制定的。研究这种完整的母体和胎儿护理模式的效率和实用性的研究尚未研究。

运动在 GDM 中的作用管理

于 GDM 治疗的特定证据，已证明运动是血糖控制的有效工具，可预防、减少或延迟胰岛素需求 [57,58]。考虑到存在高血糖时母亲和孩子不良健康结局的风险增加，认为严格的血糖控制在妊娠患者中尤其重要。对于未来的影响，已发现妊娠期间任何程度的葡萄糖稳态异常也可独立预测 GDM 女性的糖尿病复发 [57]。

尽管目前尚无 GDM 特定的劳力处方指南发表，但已在一般妊娠和运动中进行了研究。

表2妊娠期运动的绝对和相对禁忌症 [75,82]

绝对禁忌症	相对禁忌症（有氧运动）
限制性肺病胎膜破裂先兆子痫	大量吸烟
妊娠高血压疾病当前妊娠期间早产	久坐不动的生活方式病史骨科限制
持续性出血（孕中期或孕晚期）宫颈或宫颈环扎不完全	控制不佳的高血压极度病态肥胖
妊娠26周后前置胎盘（胎盘植入子宫下段）血	极低体重 (BMI < 12 kg/m ²) 控制不佳的1型糖尿病
流体力学显著的心脏病高危多胎妊娠（≥三胎）	慢性支气管炎重度贫血
	未评价的母体心律失常当前妊娠中的宫内生长受限控制不佳的癫痫发作
	控制不佳的甲状腺功能亢进既往自然流产贫血 (hb < 100 g/L)
	28周后双胎妊娠营养不良或进食障碍

BMI：体重指数。

除在锻炼无 GDM 的孕妇时采取的预防措施外，未提示需要采取任何额外的预防措施。然而，考虑到增加的高血糖，在运动 GDM 女性时，也应考虑与2型糖尿病相关的相同考虑和注意事项。因此，本综述中检查并介绍的FITT（频率、强度、时间/持续时间和类型）运动原则将考虑包括GDM、无 GDM 和2型糖尿病女性的研究。鉴于缺乏实施运动作为 GDM 管理的大型队列研究，建议来自妊娠指南中的运动和2型糖尿病指南中的运动。

对于之前久坐不动的女性怀孕后，建议他们咨询他们的医生，医生可能会评估他们是否适合运动。建议有适当资格的运动生理学家积极参与运动处方和提供。然后，该人员将能够与执业医师联系，应用关于适用性的建议。与任何临床人群一样，妊娠期间运动存在一些禁忌症。美国妇产科医师大会 (ACOG) 推荐的绝对禁忌症是从事运动可能会加重的医疗状况。重要的是，要教育患者这些情况不是由运动引起的，在病情稳定之前，他们不应该从事运动。此外，ACOG已经制定了妊娠期间从事有氧运动的相对禁忌症。在评估相对禁忌症运动相关的每种情况时，必须应用临床知识和专业知识。建议由运动生理学家仔细解释执业医师的建议，以确定运动的获益是否超过任何风险。

妊

娠期间运动的绝对和相对禁忌症总结见表2。

妊娠期间的运动获益

对母亲的获益

运动已被证明是妊娠期间有益的治疗工具。早在17 和18 世纪就有记录显示鼓励在妊娠期间运动，因为认为运动可以确保良好的健康和预防流产 [59]。此外，在18 世纪后期，认为母亲进行体力活动有助于促进更轻松的分娩并减小婴儿体型，这在分娩期间也是有利的 [60]。在20 世纪早期，特别是20世纪20和30年代，科学研究开始研究体力活动对妊娠结局的影响。这些研究发现出生体重与家庭体力活动呈负相关 [61]。在1920年的研究中，开始为产前运动计划提供信息，其获益记录为分娩便利性增加、肌张力改善、胎儿氧合增加和促进产后体重减轻 [62]。

20 世纪90年代后期进行了关键的流行病学研究。Clapp 等 [63] 发现，妊娠期间运动的女性所产婴儿的出生体重显著低于妊娠期间体力活动减少的女性。1991年，Bung 等 [64] 研究了 GDM 女性运动的使用情况。这项随机对照试验是同类试验中的第一项，研究结果对于影响未来运动在 GDM 管理中的疗效的研究势在必行。运动组21 例女性中的17例（均为既往胰岛素依赖型）能够在不使用胰岛素的情况下维持正常的血糖水平 [64]。两组的产妇并发症无差异

表3母亲运动对胎儿和儿童的益处

对胎儿的获益 [100-104]	对胎儿的获益 [1,58,73,104,105]
急性母亲运动引起的低心率反应	出生体重较低
羊水增多	胎龄增加（早产风险降低）
胎盘活力和体积增加	改善神经发育和降低体脂百分比
血管功能增加	婴儿具有较高的行为调节能力和定向能力
胎盘生长更快，绒毛组织更多	五岁儿童体脂少，一般语言智力和口语较高
更高的分娩耐受性	

表4改良的妊娠期间有氧运动的心率目标区域 [82,95]

产妇年龄	心率目标区域 (次/分钟)	心率目标区 域 (次/10 s)	心率目标区域 (次/分钟) (SOwt/SOb)
<20	140-155	23-26	-
20-29	135-150	22-25	102-124
30-39	130-145	21-24	101-120
≥40	125-140	20-30	-

SOwt: 久坐超重; Sob: 久坐肥胖。

运动组和对照组。目前认为运动对于 GDM 女性的血糖控制是安全且有利的 [64]。Jovanovic-Peterson 等 [65] 在一项较小的 GDM 女性研究中使用运动和饮食 ($n = 10$) 和仅使用饮食的受试者 ($n = 10$)。本研究的结果得出结论，从事饮食加运动的女性在训练6周后的空腹血糖低于仅接受饮食干预的女性（饮食 = 4.87 mmol/L，运动和饮食 = 3.89 mmol/L）[65]。最近的一项研究进一步证实了这一点，在该研究中，体力活动和饮食干预降低了 GDM 女性对胰岛素控制血糖的依赖性 [66]。由于在 GDM 妇女中进行的运动干预性试验很少，本综述也通过妊娠期间的运动来获知。

多项研究报告了运动对降低妊娠女性下背痛的积极作用，其中2项为近期随机对照试验 [67,68]。其他生理学研究报告称，孕妇进行运动可改善心血管功能，如适应性、血压和外周水肿 [69]。子痫前期也显示随着体力活动的增加而减少 [70,71]。如前所述，运动可降低发生 GDM 和2型糖尿病的风险 [36,72]。此外，通过增加血糖控制，运动可减少高血糖对女性、胎儿和儿童的巨大影响（见上文对母亲的获益章节）。由于妊娠是一个与生理和心理变化相关的时期，对情绪和心理健康的益处也有很好的记载。由于体重增加和脂肪保留的限制，运动也被证明可以改善自我形象 [73]。ACOG最近还报告了便秘的改善

和腹胀以及疲乏和失眠 [74]。

对胎儿和儿童的益处

妊娠结局在很大程度上与胎儿健康以及出生时儿童的健康相关。产妇运动也被证明对胎儿和儿童的健康都有重大益处。由于新生儿和儿科超出了本综述的范围，这些结果总结在表3中。

运动指南

类型

妊娠期间的安全性至关重要，研究表明，从低用力（如瑜伽）到高用力（如有氧运动和慢跑）的各种运动对母亲和胎儿都是安全的 [75]。考虑到安全性的重要性，建议在妊娠期间不应进行某些形式的运动，包括：具有较高的强力接触或跌倒风险的娱乐性运动（如篮球、橄榄球、骑马和体操）、孕早期后以仰卧位运动（可能阻塞下腔静脉血流）、不动站立和潜水（胎儿减压病的风险）[75]。鼓励进行娱乐性体力活动，已证明其可改善整体健康状况和妊娠结局 [76]。此外，母亲的情绪和心理健康也可从娱乐性体力活动中获益 [76]（表4）。

程序化运动在妊娠期间也非常重要，对帮助 GDM 女性控制血糖至关重要 [76]。

妊娠运动指南强调了有氧运动的处方，并在较小程度上强调了抗阻力量训练的处方。妊娠期间经常运动的女性的积极妊娠结局更多，负面不良事件更少 [77]。然而，几乎没有证据表明有氧运动在这些关系中的生理作用 [77]。到目前为止，唯一真正可量化的关系是有氧运动和显著改善母亲在妊娠期间的健康 [77]。积极的胎儿结局尚未量化，因为该研究领域的大多数重点关注运动期间的胎儿安全性 [75]。人们普遍认为，适当的运动不会对

胎儿^[75]。然而,就升高空腹血糖而言,有氧运动确实可以降低高血糖患者的血糖水平,从而可能减少和延迟胰岛素用药的需求^[78]。这些作用可能持续 24 h 以上但不到 72 h。此外,有氧运动后胰岛素水平也会下降,从而降低了发生低血糖的几率^[78]。然而,高强度运动后,可在运动后 2 h 内观察到高血糖反应^[78-80]。这在测量运动后的血糖水平时可能需要考虑。

有氧运动可以包括以连续节律方式使用大肌肉群的任何活动,即步行、慢跑、有氧舞蹈、游泳、水疗有氧运动、跳绳、徒步旅行、划船等^[75]。但在选择合适、实用的有氧运动方式时应进行临床判断。如果要严格控制强度(见下文强度),这在运动计划的第一阶段尤为重要。

除有氧运动外,抗阻力量训练(即举重)和柔韧性运动也对妊娠女性和胎儿有益且安全^[75,81,82]。尽管英国皇家妇产科医师学会(RCOG)、ACOG、加拿大妇产科医师学会(SOGC)和加拿大运动生理学会(CSEP)都推荐对孕妇使用抗阻训练,但尚待提供具体的实践指南。然而,Hall 等^[83]研究了中等强度力量训练对健康孕妇的影响。他们使用了12名代表的方案和一组8-10次练习,发现妊娠结局得到改善,且对胎儿健康无不良影响^[75,83]。每周三天使用中等强度的阻力带运动训练的女性血糖控制得到改善。毛细血管血糖水平降低和胰岛素使用者显著减少反映了这一点(n

$= 18$ 对照组 vs $n = 7$ 运动组)^[84]。妊娠特定的盆底运动训练也被证明可以减少妊娠后尿失禁和膀胱无力^[69]。然而,在治疗空腹血糖升高时,美国运动医学学会(ACSM)和澳大利亚运动与运动科学学会(ESSA)均认识到抗阻训练可降低运动后 24 h 的空腹血糖水平^[78,85]。随着训练量和强度的增加,这种反应进一步被夸大^[78,85]。抗阻训练中使用的运动方式可能包括但不限于抗阻机器、自由体重和体重练习^[78,85]。

ACOG 报告认为妊娠期间水疗运动是安全的,有可能改善积极结局和妊娠管理^[75]。研究表明,中等强度的有氧水基运动可改善健身、力量并减少外周水肿^[75]。加上浮力增加的作用,水疗

将肌肉骨骼关节损伤的风险降至最低,并为妊娠引起的下背痛患者提供一种缓解疼痛的运动方式^[1,75]。还应考虑热监管问题。虽然尚未在人类中进行重要研究,但动物研究表明,胚胎发生期间(妊娠早期)核心温度仅升高1.5℃可能导致重大先天性畸形^[86]。尽管这些发现尚未得到人体研究的支持,但它可能强调在凉爽、遮荫和通风良好的环境中保持充分水合和运动的重要性。值得注意的是,在妊娠期间,由于基础代谢率增加,核心温度已经升高^[87]。此外,运动期间体温升高与工作强度密切相关^[87]。因此,可能需要避免长时间的强度训练,鼓励温度波动和通过出汗加速液体损失^[75]。

ACSM 和 ESSA 均建议,如果血糖管理、身体成分改善和健身结果,有氧和抗阻联合运动更有效^[78,85]。然而,使用这两种模式的培训可能更耗时,并且在很大程度上取决于个体的合并症、并发症、设备的可及性和偏好^[88-90]。即便如此,联合训练仍显示出利用不同生理机制的血糖控制改善,这些机制在一起激活时可能更有益^[78]。导致肌肉质量增加的抗阻训练可以独立于内在胰岛素反应而增加血糖摄取,因为胰岛素对肌肉组织的葡萄糖摄取没有影响^[84,88]。有氧训练可增强胰岛素刺激作用,从而通过不同途径增加血糖摄取^[88]。激活这两种代谢途径可能比仅使用一种途径或仅使用抗阻训练或有氧训练进行运动更具有生理学益处^[78]。

建议在运动前进行热身-^[91]。使用有氧活动以低至中等强度预热 5-10 min 可升高体温并减少运动后肌肉酸痛和僵硬^[91]。热身是运动中的一个重要阶段,因为生理系统逐渐调整以满足运动阶段工作部分的生物能量学和生物力学需求^[91]。如果进行剧烈运动以降低可能导致晕厥的血管迷走神经反应风险,建议进行运动后降温^[92]。伸展和柔韧性训练与预热或冷却阶段不同,可在之后进行^[91]。尽管研究预热和冷却阶段在妊娠期间运动中的作用的研究有限,但没有证据表明这可能会造成任何伤害。考虑到大多数人群的一般获益,

可

表5妊娠期糖尿病运动指南

运动类型	强度	持续时间	频率
有氧（有节奏的大肌肉活动） 例如步行、跑步、游泳和骑自行车	中度 APHRM 的60%-90% RPE 12-14 以前久坐不动的 Owt/Ob 应以 APVO 2R 的20%-30%开始训练 RPE 12-14 RPE 旺盛14-16	连续≤30 min（如果自定步速，最多连续2次至45 min）	每天不运动
抗阻（多关节运动，大肌群） 例如哑铃、阻力带和妊娠普拉提	中等 50%1RM 5-10次练习 8-15次重复 1-2套	60 min	至少每周2次，但理想情况下每周3次

APHRM：年龄预测心率最大值；RPE：自觉劳累率；Owt：超重；Ob：肥胖；APVO 2R：年龄预测 VO₂ 储备；RM：重复最大值。

假设同样适用于孕妇是安全的。

频率和持续时间

处方运动时，重要的是要考虑女性既往的体力活动史、心肺适应性和力量 [1]。对于之前久坐不动的女性，在孕中期开始锻炼计划可能更方便，之后晨吐、恶心和疲乏等大多数初始不适消退 [81]。建议这样做，以使开始锻炼计划的额外不适不会反过来损害依从性或依从性。然而，如前所述，妊娠早期运动可降低 GDM 风险，因此女性越早舒适地运动越好 [35-37]。几乎没有体力活动史的女性应该从每周三次 15 min 连续有氧运动开始，每周至少四次分级增加至30 min [78]。这在2002年 ACOG 中也曾得到推荐，也得到了加拿大妇产科医师协会 (SOGC) 和加拿大运动生理学家协会 (CSEG) 指南的支持 [75,82]。目前尚无进行有氧运动的建议和时间上限，但 ACOG 建议不要连续运动超过45 min，因为存在胎儿体温升高的风险 [75]。然而，当运动在具有足够温度控制的环境中自定步速时，这种温升可以忽略不计 [75]。来自美国运动医学学会 (ACSM) 和澳大利亚运动和运动科学学会 (ESSA) 的2型糖尿病运动指南通常与妊娠指南相同。然而，ACSM和 ESSA 还额外指出，在有氧运动期间进行的运动应不超过连续2天 [78,85]。这是由于运动长达 48 h 后胰岛素作用和被动葡萄糖摄取的短暂改善 [78,85]。关于耐药性

培

训、ACSM和 ESSA 建议至少每周两次（非连续日期），理想情况下每周三次 [78,85]。每次训练应包括涉及主要肌肉群（上半身、下半身和核心）的 5-10(ACSM) 或 8-10(ESSA) 练习和10-15次重复 (ACSM) 或8-10次重复 (ESSA)，每次设置至少1组 (ACSM) 或2组 (ESSA) 用于力量增加，但最多4组用于最佳葡萄糖摄取和力量增加。考虑到建议妇女在怀孕期间不进行最佳增益的训练，中等强度的最多三组可能更合适。

强度

妊娠期间，大多数指南建议使用中等强度，但即使是低强度运动（如瑜伽和太极拳）也显示出对情绪、平衡、下背痛和尿失禁有益 [93,94]。由于心肺适应性对于妊娠期间和妊娠后的积极结局至关重要，因此强烈建议进行适度的有氧运动 [1,94]。心率是一种相对简单的方法，以与自觉劳累和强度相对应的方式处方有氧运动。然而，在妊娠期间，心率升高10-15次，并在最大运动水平下减弱 [82]，RCOG、SCOG和 CSEP 均建议在处方中等强度有氧运动时使用 CSEP 开发的改良心率目标区域（见表5） [1,82]。该目标区域旨在达到年龄预测最大心率的60%-90%的运动水平。此外，Davenport等人 [95] 开发并验证了运动目标心率区，特别是对于久坐超重和肥胖孕妇（表5）。该模型旨在以 ACSM 推荐的 20%-39%VO₂ 储备运动既往久坐的妊娠女性。即便如此，了解为什么这只推荐给久坐的超重和肥胖女性，而不是以前久坐的正常体重女性，还是很有趣的。此外，在

妊娠心率变异性增加^[75]。因此, ACOG建议处方者应谨慎使用心率指导强度, 并应考虑使用 Borg 改良的感知活动率量表^[75]。建议运动者在6-20量表上设定工作强度为12-14(有些困难)^[75]。McMurray还报告, 随着妊娠进展, 自定步速运动强度的女性强度会逐渐降低^[96]。

高强度短时间间歇训练也被证明是安全的, 在妊娠期间未显示额外的并发症, 但对于既往久坐的女性应谨慎^[75,82,97]。此外, 它可能对发生巨大儿的胎儿和早产风险具有保护作用^[98]。

ACSM 还建议对中等强度运动且需要更多血糖控制的受试者进行高强度间歇训练^[78]。

抗阻力量训练也被证明对母亲的一般健康和妊娠结局有积极影响^[81,99]。在处方抗阻训练时考虑孕期的生理变化尤其重要, 应避免高强度的抗阻训练。变化包括尿路压力增加(尿失禁的原因)和关节松弛增加^[69]。因此, 必须注意不要引起可能增加损伤或不良事件风险的 Valsalva 动作^[82]。

站

抗阻训练的建议很少

由于缺乏高质量的研究, 妊娠期间的指南。因此, 根据其他一般运动妊娠指南, 建议强度为中度。关于空腹血糖受损, ACSM建议以中等(1次重复最大值的50%)或高强度(1次重复最大值的75%-80%)进行力量训练, 以获得最佳的力量和胰岛素作用增加^[78]。ESSA通常推荐相似强度的抗阻运动, 但考虑到剂量相关的血糖控制, 更倾向于鼓励高强度的抗阻运动^[85]。考虑到孕妇增加的生理变化, 中等强度训练模式较为合适。此外, 为了避免损伤, 力量训练的强度、频率和持续时间进展缓慢^[78]。

终止运动的注意事项和建议

虽然妊娠期间运动有很大益处, 但需要采取一些预防措施, 以鼓励母亲和孩子安全。如前所述, ACOG建议不要进行某些形式的运动, 包括: 存在强烈接触或跌倒风险增加的娱乐性运动(如篮球、橄榄球、骑马和体操), 在妊娠早期后以仰卧位进行运动,

立不动和潜水^[69,75]。

此外, 如果发生以下任何警告体征, 建议应终止运动: 阴道出血、头晕、头痛、胸痛、肌无力、早产、胎动减少、羊水漏、小腿疼痛或肿胀和呼吸困难(不用力)。尽快恢复母亲和胎儿状况的稳定性非常重要。应将医生的治疗和建议纳入运动计划中^[69,75]。

运动空腹血糖受损的个体呈现其自身的挑战感和特殊考虑。应采取预防措施, 以尽量减少不良事件发生的风险, 而不是防止个人运动。低血糖是一种特别重要的可能并发症, 但罕见。建议应鼓励医生通过咨询持续自我监测血糖水平。此外, 如果运动前血糖水平 ≤ 4.0 mmol/L, 则应视为低, 在给予某些食物或饮料中的长效和短效葡萄糖之前不应开始运动^[85]。为了利用食物的高血糖作用, 可能有利于

餐后1小时运动^[85]。在运动前考虑使用胰岛素药物也可能很重要, 以进一步降低低血糖的风险。

结论

所有孕妇均应从事体力活动, 并可能从有计划和有计划的运动中获益。GDM妇女存在额外的生理挑战, 当无人看管时, 有可能增加母亲和孩子的不良妊娠结局。当有效使用时, 运动可作为 GDM 妇女连续护理的一部分治疗工具。一般指南鼓励这些妇女进行中等强度的有氧和力量训练以及娱乐性体力活动。运动计划应由经过适当培训且有资质的专业人员(例如运动生理学家)制定, 这些专业人员应具备了解个体生理需求和相关风险的知识、培训和经验。

参考文献

- 1 皇家妇产科医师学院孕期运动: 声明4 2012, 皇家妇产科医师学院。 Available from: URL: <https://www.rcog.org.uk/en/guidelines-research-services/guidelines/exercise-in-pregnancy-statement-no.4/>
- 2 Metzger BE, Coustan DR. Summary and recommendations of the Fourth International Workshop-Conference on Gestational Diabetes Mellitus. 组委会。 *Diabetes Care* 1998;21 Suppl 2:B161-B167 [PMID:9704245]
- 3 Coustan DR, Nelson C, Carpenter MW, Carr SR, Rotondo L, Widness JA. 母亲年龄和妊娠期糖尿病筛查: 一项基于人群的研究。 *Obstet Gynecol* 1989;73:557-561 [PMID:2494619]

- 4 O'sullivan JB.妊娠期糖尿病。非疑似、妊娠期间无症状的糖尿病。 *N Engl J Med* 1961;**264**:1082-1085[PMID:13730123 DOI:10.1056/NEJM196105252642104]
- 5 World Health Organization.妊娠期首次发现高血糖症的诊断标准和分类。[访问2013]。网址: URL: <http://www.who.int/diabetes/publications/妊娠期高血糖症/en/>
- 6 Roglic g, Colagiuri S. Gestational diabetes mellitus: squaring the circle. *Diabetes Care* 2014;**37**:e143-e144[PMID:24855173 DOI:10.2337/dc14-0344]
- 7 Green JR, Pawson IG, Schumacher LB, Perry J, Kretchmer N. Glucose tolerance in pregnancy: ethnic variation and influence of body habitus. *Am J Obstet Gynecol* 1990;**163**:86-92[PMID:2375375 DOI:10.1016/S0002-9378(11)90675-9]
- 8 Pettitt DJ, Baird HR, Aleck KA, Bennett PH, Knowler WC. 印度皮马糖尿病妇女妊娠期间后代过度肥胖。 *N Engl J Med* 1983;**308**:242-245[PMID:6848933 DOI:10.1056/NEJM198302033080502]
- 9 Ferrara A. 妊娠糖尿病患病率增加: 公共卫生观点。 *Diabetes Care* 2007;**30** Suppl 2:S141-S146[PMID:17596462 DOI:10.2337/dc07-s206]
- 10 Ishak M, Petocz P. Gestational diabetes among Aboriginal Australians: prevalence, time trend, and comparisons with non-Aboriginal Australians. *Ethn Dis* 2003;**13**:55-60[PMID:12723013]
- 11 Beischer NA, Oats JN, Henry OA, Sheedy MT, Walstab JE. 居住在澳大利亚的女性根据出生地的妊娠期糖尿病发病率和严重程度。 *Diabetes* 1991;**40** Suppl 2:35-38[PMID:1748263 DOI:10.2337/diab.40.2.S35]
- 12 Anna V, van der Ploeg HP, Cheung NW, Huxley RR, Bauman AE. 1995年至2005年间, 大量妇女妊娠期糖尿病患病率增加趋势与社会人口统计学相关。 *Diabetes Care* 2008;**31**:2288-2293[PMID:18809630 DOI:10.2337/dc08-1038]
- 13 Dornhorst A, Paterson CM, Nicholls JS, Wadsworth J, Chiu DC, Elkeles RS, Johnston DG, Beard RW. 少数民族妇女妊娠期糖尿病的高患病率。 *Diabet Med* 1992;**9**:820-825[PMID:1473322 DOI:10.1111/j.1464-5491.1992.tb01900.x]
- 14 Yang X, Hsu-Hage B, Zhang H, Yu L, Dong L, Li J, Shao P, Zhang C. 单胎妊娠妇女的妊娠期糖尿病中国天津市。 *Diabetes Care* 2002;**25**:847-851[PMID:11978679 DOI: 10.2337/diacare.25.5.847]
- 15 Zargar AH, Sheikh MI, Bashir MI, Masoodi SR, Laway BA, Wani AI, Bhat MH, Dar FA. 印度次大陆克什米尔妇女妊娠期糖尿病的患病率。 *Diabetes Res Clin Pract* 2004;**66**:139-145[PMID:15533581 DOI:10.1016/j.diabres.2004.02.023]
- 16 Cleary-Goldman J, Malone FD, Vidaver J, Ball RH, Nyberg DA, Comstock CH, Saade GR, Eddleman KA, Klugman S, Dugoff L, Timor-Tritsch IE, Craigo SD, Carr SR, Wolfe HM, Bianchi DW, D'Alton M. Impact of maternal age on obstetric outcome. *Obstet Gynecol* 2005;**105**:983-990[PMID:15863534]
- 17 Xiong X, Saunders LD, Wang FL, Demianczuk NN. 妊娠期糖尿病: 患病率、风险因素、母亲和婴儿结局。 *Int J Gynaecol Obstet* 2001;**75**:221-228[PMID:11728481 DOI:10.1016/S0020-7292(01)00496-9]
- 18 Philipson EH, Super DM. 妊娠糖尿病: 在随后的妊娠中是否复发? *Am J Obstet Gynecol* 1989;**160**:1324-1329; 讨论 1329-1331[PMID:2735361 DOI:10.1016/0002-9378(89)90851-X]
- 19 Gaudier FL, Hauth JC, Poist M, Corbett D, Cliver SP. 妊娠期糖尿病复发。 *《妇产科学》* 1992;**80**:755-758 [PMID: 1407910]
- 20 Coelingh Bennink HJ. 妊娠期糖尿病复发。 *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1977;**7**:359-363[PMID:264062 DOI:10.1016/0028-2243(77)90063-6]
- 21 Moses RG. 妊娠糖尿病在再次妊娠中的复发率。 *Diabetes Care* 1996;**19**:1348-1350[PMID:8941462 DOI:10.2337/diacare.19.12.1348]
- 22 重 大 CA, deVeciana M, Weeks J, Morgan MA. 妊娠期糖尿病复发: 谁有风险? *Am J Obstet Gynecol* 1998;**179**:1038-1042[PMID:9790394 DOI:10.1016/S0002-9378(98)70211-X]
- 23 MacNeill S, Dodds L, Hamilton DC, Armson BA, VandenHof M. 妊娠糖尿病复发率和危险因素。 *Diabetes Care* 2001;**24**:659-662[PMID:11315827 DOI:10.2337/电话: 24.4.659]
- 24 Hedderson MM, Gunderson EP, Ferrara A. Gestational weight gain and risk of Gestational diabetes mellitus. *Obstet Gynecol* 2010;**115**:597-604[PMID:20177292 DOI:10.1097/AOG.0b013e3181cfce4f]
- 25 Tieu J, Crowther CA, Middleton P. Dietary advice in pregnancy for prevent gestational diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2008;**(2)**:CD006674[PMID:18425961 DOI:10.1002/14651858.CD006674.pub2]
- 26 Moses RG, Barker M, Winter M, Petocz P, Brand-Miller JC. 低血糖指数饮食能否减少妊娠期糖尿病对胰岛素的需求? 一项随机试验。 *Diabetes Care* 2009;**32**:996-1000[PMID:19279301 DOI:10.2337/dc09-0007]
- 27 Moses RG, Shand JL, Tapsell LC. 妊娠糖尿病的复发: 脂肪摄入量的饮食差异是否可以解释? *Diabetes Care* 1997;**20**:1647-1650[PMID:9353601 DOI:10.2337/diacare.20.11.1647]
- 28 Moses RG, Brand-Miller JC. 妊娠期糖尿病的饮食危险因素: 含糖软饮料是罪魁祸首还是罪魁祸首? *Diabetes Care* 2009;**32**:2314-2315[PMID:19940228 DOI:10.2337/dc09-1640]
- 29 Chen L, Hu FB, Yeung E, Willett W, Zhang C. Prospective study of pre-gravid sugar-sweetened beverage consumption and the risk of gestational diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2009;**32**:2236-2241[PMID:19940226 DOI:10.2337/dc09-0866]
- 30 McMahon MJ, Ananth CV, Liston RM. 妊娠期糖尿病。危险因素、产科并发症和婴儿结局。 *J Reprod Med* 1998;**43**:372-378[PMID:9583071]
- 31 Kvetny J, Poulsen HF. 妊娠期糖尿病中妊娠期高血压的发病率。 *Arch Gynecol Obstet* 2003;**267**:153-157[PMID:12552326 DOI:10.1007/s00404-001-0286-z]
- 32 Kourtis A. 糖尿病和妊娠期高血压。 *Current Hypertension Reviews* 2012;**8**:127-129[DOI:10.2174/157340212800840645]
- 33 Paoletti R, Bolego C, Poli A, Cignarella A. Metabolic syndrome, inflammation and atherosclerosis. *Vasc Health Risk Manag* 2006;**2**:145-152[PMID:17319458 DOI:10.2147/vhrm.2006.2.2.145]
- 34 Zhang C, Solomon CG, Manson JE, Hu FB. 妊娠前体力活动和久坐行为与妊娠糖尿病风险关系的前瞻性研究。 *Arch Intern Med* 2006;**166**:543-548[PMID:16534041 DOI:10.1001/archinte.166.5.543]
- 35 Barakat R, Cordero Y, Coterón J, Luaces M, Montejo R. Exercise during pregnancy improves maternal glucose screen at 24-28 weeks: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2012;**46**:656-661[PMID:21948120 DOI:10.1136/bjsports-2011-090009]
- 36 Dempsey JC, Butler CL, Sorensen TK, Lee IM, Thompson ML, Miller RS, Frederick IO, Williams MA. 母亲娱乐性体力活动与妊娠糖尿病风险的病例对照研究。 *Diabetes Res Clin Pract* 2004;**66**:203-215[PMID:15533588 DOI:10.1016/j.diabres.2004.03.010]
- 37 Dempsey JC, Sorensen TK, Williams MA, Lee IM, Miller RS, Dashow EE, Luthy DA. 妊娠前和妊娠期间母亲娱乐性体力活动与妊娠糖尿病风险关系的前瞻性研究。 *Am J Epidemiol* 2004;**159**:663-670[PMID:15033644 DOI:10.1093/aje/kwh091]
- 38 Tobias DK, Zhang C, van Dam RM, Bowers K, Hu FB. 妊娠前和妊娠期间的体力活动与妊娠糖尿病风险: 一项荟萃分析。 *Diabetes Care* 2011;**34**:223-229[PMID:20876206 DOI:10.2337/dc10-1368]
- 39 Coustan DR, Imarah J. Prophylactic insulin treatment of

gestational diabetes reduces the incidence of macrosomia, operative delivery, and birth trauma. *Am J Obstet Gynecol* 1984;150:836-842 [PMID:6391174 DOI:10.1016/0002-9378(84)90459-9]

40 **Hod M**, Merlob P, Friedman S, Schoenfeld A, Ovadia J. Gestational

- 糖尿病。20世纪80年代围产期并发症调查。 *Diabetes* 1991;40Suppl 2:74-78[PMID:1748270 DOI:10.2337/diab.40.2.S74]
- 41 **Coustan DR.** 妊娠期糖尿病的药物治疗：概述。 *DiabetesCare* 2007;30Suppl 2:S206-S208[PMID:17596473 DOI:10.2337/dc07-s217]
 - 42 妊娠糖尿病。ACOG 产科学会第30号。美国妇产科医师学会。《妇产科学》2001; 98: 525-538
 - 43 **Guideline Development Group.** 从孕前到产后的糖尿病管理：NICE 指南总结。 *BMJ* 2008;336:714-717[PMID:18369227 DOI:10.1136/BMJ.39505.641273.AD]
 - 44 **Langer O, Conway DL, Berkus MD, Xenakis EM, Gonzales O.** 格列本脲和胰岛素在妊娠期糖尿病妇女中的比较。 *N Engl J Med* 2000;343:1134-1138[PMID:11036118 DOI:10.1056/NEJM200010193431601]
 - 45 **Rowan JA, Hague WM, Gao W, Battin MR, Moore MP.** 二甲双胍与胰岛素治疗妊娠糖尿病的比较。 *N Engl J Med* 2008;358:2003-2015[PMID:18463376 DOI:10.1056/NEJMoa070193]
 - 46 **Metzger BE, Lowe LP, Dyer AR, Trimble ER, Chaovarindr U, Coustan DR, Hadden DR, McCance DR, Hod M, McIntyre HD, Oats JJ, Persson B, Rogers MS, Sacks DA.** 高血糖和不良妊娠结局。 *N Engl J Med* 2008;358:1991-2002[PMID:18463375]
 - 47 **O'Sullivan JB, Mahan CM.** 妊娠期间口服葡萄糖耐量试验的标准。 *Diabetes* 1964;13:278-285[PMID:14166677]
 - 48 **Blank A, Grave GD, Metzger BE.** 重新评估妊娠糖尿病对围产期发病率的影响。妊娠糖尿病围产期不良结局国际研讨会报告，1992年12月3-4日。 *Diabetes Care* 1995;18:127-129[PMID:7698033 DOI:10.2337/diacare.18.1.127]
 - 49 **Crowther CA, Hiller JE, Moss JR, McPhee AJ, Jeffries WS, Robinson JS.** 妊娠期糖尿病治疗对妊娠结局的影响。 *N Engl J Med* 2005;352:2477-2486[PMID:15951574 DOI:10.1056/NEJMoa042973]
 - 50 **Pettit D, Bennett PH, Knowler WC, Baird HR, Aleck KA.** 妊娠期糖尿病和妊娠期糖耐量受损：对后代肥胖和葡萄糖耐量不良的长期影响。 *DiabetesCare* 1985;34:119-122[DOI:10.2337/diab.34.2.S119]
 - 51 **Horvath K, Koch K, Jeitler K, Matyas E, Bender R, Bastian H, Lange S, Siebenhofer A.** 妊娠期糖尿病妇女的治疗效果：系统综述和荟萃分析。 *BMJ* 2010;340:c1395[PMID:20360215 DOI:10.1136/BMJ.c1395]
 - 52 **Catalano PM, Kirwan JP, Haugel-de Mouzon S, King J.** Gestational diabetes and insulin resistance: role in short-and long-term implications for mother and fetus. *J Nutr* 2003;133:1674S-1683S[PMID:12730484]
 - 53 **Alwan N, Tuffnell DJ, West J.** 妊娠期糖尿病的治疗。 *Cochrane Database Syst Rev* 2009; (3): CD003395[PMID:19588341]
 - 54 **Landon MB, Spong CY, Thom E, Carpenter MW, Ramin SM, Casey B, Wapner RJ, Varner MW, Rouse DJ, Thorp JM, Sciscione A, Catalano P, Harper M, Saade g, Lain KY, Sorokin Y, Peaceman AM, Tolosa JE, Anderson GB.** 轻度妊娠糖尿病治疗的多中心、随机试验。 *N Engl J Med* 2009;361:1339-1348[PMID:19797280 DOI:10.1056/NEJMoa0902430]
 - 55 **Metzger BE, Buchanan TA, Coustan DR, de Leiva A, Dunger DB, Hadden DR, Hod M, Kitzmiller JL, Kjos SL, Oats JN, Pettitt DJ, Sacks DA, Zoupas C.** Summary and recommendations of the Fifth International Workshop-Conference on Gestational Diabetes Mellitus. *DiabetesCare* 2007;30Suppl 2:S251-S260[PMID:17596481 DOI:10.2337/dc07-s225]
 - 56 **Poolsup N, Suksomboon N, Amin M.** Effect of treatment of gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2014;9:e92485[PMID:24658089 DOI:10.1371/journal.pone.0092485]
 - 57 **Bung** P
Artal R. Gestational diabetes and exercise: a survey. *Semin Perinatol* 1996;20:328-333[PMID:8888458 DOI:10.1016/S0146-0005(96)80025-5]
 - 58 **Prather H, Spitznagle T, Hunt D.** Benefits of exercise during pregnancy. *PMR* 2012;4:845-850; quiz 850[PMID:23174548 DOI:10.1016/j.pmrj.2012.07.012]
 - 59 **Rankin J.** 产前运动对心理健康、妊娠和出生结局的影响。 Philadelphia: Whurr Publishers, 2002[DOI:10.1002/9780470699263]
 - 60 **Kerr J, Johnstone R, Phillips M.** Historical Review of British 产科和妇科。 伦敦：E.S. Livingstone, 1954
 - 61 **Briend A.** 母体体力活动、出生体重和围产期死亡率。 *Med Hypotheses* 1980;6:1157-1170[PMID:7005626 DOI:10.1016/0306-9877(80)90138-3]
 - 62 **Mittelmark RA, Gardin SK.** 历史展望。 Artal R, Wiswell RA, Drinkwater BL, 编辑。 妊娠期运动。 Williams & Wilkins: Baltimore, 1991: 1-8
 - 63 **Clapp JF, Capeless EL.** 孕期耐力运动后的新生儿形态计量学。 *Am J Obstet Gynecol* 1990;163:1805-1811[PMID:2256486 DOI:10.1016/0002-9378(90)90754-U]
 - 64 **Bung P, Artal R, Khodiguian N, Kjos S.** Exercise in gestational diabetes. 可选的治疗方法？ *Diabetes* 1991;40Suppl 2:182-185[PMID:1748256 DOI:10.2337/diab.40.2.S182]
 - 65 **Jovanovic-Peterson L, Peterson CM.** 运动对妊娠期糖尿病妇女是安全的还是有用的？ *Diabetes* 1991;40Suppl 2:179-181[PMID:1748254 DOI:10.2337/diab.40.2.S179]
 - 66 **Brankston GN, Mitchell BF, Ryan EA, Okun NB.** 抗阻运动降低了超重妊娠糖尿病妇女对胰岛素的需求。 *Am J Obstet Gynecol* 2004;190:188-193[PMID:14749658 DOI:10.1016/S0002-9378(03)00951-7]
 - 67 **Stafne SN, Salvesen KÅ, Romundstad PR, Eggebo TM, Carlsen SM, Mørkved S.** Regular exercise during pregnancy to prevent gestational diabetes: a randomized controlled trial. *Obstet Gynecol* 2012;119:29-36[PMID:22183208 DOI:10.1097/AOG.0b013e3182393f86]
 - 68 **Kluge J, Hall D, Louw Q, Theron g, Grové D.** Specific exercises to treat pregnancy-related low back pain in a South African population. *Int J Gynaecol Obstet* 2011;113:187-191[PMID:21458811 DOI:10.1016/j.ijgo.2010.10.030]
 - 69 **Wadsworth P.** 妊娠期间运动的益处。 *JNP* 2007;3:333-339[DOI:10.1016/j.nurpra.2007.03.002]
 - 70 **Marcoux S, Brisson J, Fabia J.** 闲暇时间体力活动对先兆子痫和妊娠期高血压风险的影响。 *J Epidemiol Community Health* 1989;43:147-152[PMID:2592903 DOI:10.1136/jech.43.2.147]
 - 71 **Sorensen TK, Williams MA, Lee IM, Dashow EE, Thompson ML, Luthy DA.** 妊娠期娱乐性体力活动与先兆子痫风险。 *高血压* 2003;41:1273-1280[PMID:12719446 DOI:10.1161/01.HYP.0000072270.82815.91]
 - 72 **Mottola MF.** 运动在防治妊娠期糖尿病中的作用。 *Curr Diab Rep* 2008;8:299-304[PMID:18631443 DOI:10.1007/s11892-008-0053-7]
 - 73 **Clapp JF.** 孕期锻炼。临床更新。 *Clin Sports Med* 2000;19:273-286[PMID:10740759 DOI:10.1016/S0278-5919(05)70203-9]
 - 74 **The American College of Obstetricians and Gynecologists.** 妊娠期运动：FAQ0119 妊娠中的常见问题。网址：URL: <http://www.acog.org/-/media/For-Patients/faq119.pdf?dmc=1&ts=20150407T2135095292>
 - 75 **Artal R, O'Toole M.** Guidelines of the American College of Obstetricians and Gynecologists for exercise during pregnancy and postpartum period. *Br J Sports Med* 2003;37:6-12; 讨论 12[PMID:12547738 DOI:10.1136/bjsm.37.1.6]
 - 76 孕期和产后体力活动对慢性疾病风险的影响。 *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:989-1006[PMID:16672855 DOI:10.1249/01.mss.0000218147.51025.8a]
 - 77 **Kramer MS, McDonald SW.** 孕妇有氧运动。 *Cochrane Database Syst Rev* 2006; (3): CD000180[PMID:16855953 DOI:10.1002/14651858.CD000180.pub2]
 - 78 **Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ,**

- Rubin RR, Chasan-Taber L, Albright AL, Braun B. 运动与2型糖尿病: 美国运动医学学会和美国糖尿病协会: 联合立场声明执行摘要。 *DiabetesCare* 2010;33:2692-2696[PMID:21115771 DOI:10.2337/dc10-9990]
- 79 Manders RJ, Van Dijk JW, Van Loon LJ. 低强度运动可降低2型糖尿病高血糖的患病率。 *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:219-225[PMID:19927038 DOI:10.1249/MSS.0b013e3181b3b16d]
- 80 Sigal RJ, Purdon C, Fisher SJ, Halter JB, Vranic M, Marliss EB. 高胰岛素血症可预防胰岛素依赖型糖尿病受试者剧烈运动后长期高血糖。 *J Clin Endocrinol Metab* 1994;79:1049-1057[PMID:7962273 DOI:10.1210/jc.79.4.1049]
- 81 Wolfe LA, Davies GA. 加拿大运动指南 妊娠。 *Clin ObstetGynecol* 2003;46:488-495[PMID:12808398 DOI: 10.1097/00003081-200306000-00027]
- 82 Davies GA, Wolfe LA, Mottola MF, MacKinnon C; 加拿大妇产科医师协会, SOGC Clinical Practice 产科委员会。 SOGC/CSEP联合临床实践指南: 妊娠和产后运动。 *Can J Appl Physiol* 2003;28:330-341[PMID:12955862]
- 83 Hall DC, Kaufmann DA. 有氧和力量条件反射对妊娠结局的影响。 *Am J ObstetGynecol* 1987;157:1199-1203[PMID:3688075 DOI:10.1016/S0002-9378(87)80294-6]
- 84 de Barros MC, Lopes MA, Francisco RP, Sapienza AD, Zugaib M. Resistance exercise and glycemic control in women with gestational diabetes mellitus. *Am J ObstetGynecol* 2010;203:556.e1-556.e6[PMID:20864072]
- 85 Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MA, Coombes JS. 2型糖尿病和糖尿病前期患者的运动处方: 澳大利亚运动和运动科学的立场声明。 *J Sci Med Sport* 2012;15:25-31[PMID:21621458 DOI:10.1016/j.jsams.2011.04.005]
- 86 Milunsky A, Ulcickas M, Rothman KJ, Willett W, Jick SS, Jick H. 母体热暴露和神经管缺陷。 *JAMA* 1992;268:882-885[PMID:1640616 DOI:10.1001/JAMA.1992.03490070064043]
- 87 Soultanakis HN, Artal R, Wiswell RA. 妊娠期长期运动: 葡萄糖稳态、通气 and 心血管反应。 *Semin Perinatol* 1996;20:315-327[PMID:8888457 DOI:10.1016/S0146-0005(96)80024-3]
- 88 Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. 降低2型糖尿病女性患者胰岛素抵抗的有效运动方式。 *DiabetesCare* 2003;26:2977-2982[PMID:14578226 DOI:10.2337/diacare.26.11.2977]
- 89 Marcus RL, Smith S, Morrell G, Addison O, Dibble LE, Wahoff-Stice D, Lastayo PC. 有氧和高力量离心抗阻联合运动与有氧运动仅对2型糖尿病患者的比较。 *Phys Ther* 2008;88:1345-1354[PMID:18801851 DOI:10.2522/ptj.20080124]
- 90 Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, Reid RD, Tulloch H, Coyle D, Phillips P, Jennings A, Jaffey J. 有氧训练、抗阻训练或两者对2型糖尿病血糖控制的影响: 一项随机试验。 *Ann Intern Med* 2007;147:357-369[PMID:17876019 DOI:10.7326/0003-4819-147-6-200709180-00005]
- 91 美国运动医学学会。 ACSM指南 运动试验和处方。 第8版。 Wolters Kluwer, 2010
- 92 Chang T. 运动诱发的虚脱: 神经源性晕厥。 密苏里大学系统: 家庭医生查询网络, 2009
- 93 Gradmark A, Pomeroy J, Renström F, Steingra S, Persson m, Wright A, Bluck L, Domellöf m, Kahn SE, Mogren I, Franks PW. 妊娠和非妊娠女性的体力活动、久坐行为以及估计的胰岛素敏感性和分泌。 *BMC Pregnancy Childbirth* 2011;11:44[PMID:21679399]
- 94 Han S, Middleton P, Crowther CA. 孕妇运动预防妊娠糖尿病。 *Cochrane Database Syst Rev* 2012;7:CD009021[PMID:22786521 DOI:10.1002/14651858.CD009021.pub2]
- 95 Davenport MH, Charlesworth S, Vanderspank D, Sopper MM, Mottola MF. 超重和肥胖孕妇运动目标心率区的开发和验证。 *Appl Physiol Nutr Metab* 2008;33:984-989[PMID:18923574 DOI:10.1139/H08-086]
- 96 McMurray RG, Mottola MF, Wolfe LA, Artal R, Millar L, Pivarnik JM. 了解母亲和胎儿对运动反应的最新进展。 *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:1305-1321[PMID:8107536 DOI:10.1249/00005768-199312000-00001]
- 97 Kardel KR, Kase T. Training in pregnant women: effects on fetal development and birth. *Am J ObstetGynecol* 1998;178:280-286[PMID:9500487 DOI:10.1016/S0002-9378(98)80013-6]
- 98 Evenson KR, Siega-Riz AM, Savitz DA, Leiferman JA, Thorp JM. 剧烈休闲活动与妊娠结局。 *Epidemiology* 2002;13:653-659[PMID:12410006 DOI:10.1097/00001648-200211000-00009]
- 99 Barakat R, Lucia A, Ruiz JR. 妊娠期间抗阻运动训练和新生儿出生体重: 一项随机对照试验。 *Int J Obes (Lond)* 2009;33:1048-1057[PMID:19636320 DOI:10.1038/ijo.2009.150]
- 100 Brenner IK, Wolfe LA, Monga M, McGrath MJ. 身体状况对分级母亲运动的胎心反应的影响。 *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:792-799[PMID:10378905 DOI: 10.1097/00005768-199906000-00006]
- 101 Clapp JF, Kim H, Burciu B, Lopez B. 妊娠早期开始规律运动: 对胎儿胎盘生长的影响。 *Am J ObstetGynecol* 2000;183:1484-1488[PMID:11120515 DOI:10.1067/mob.2000.107096]
- 102 Bergmann A, Zygmunt M, Clapp JF. 妊娠期间的跑步: 对胎盘绒毛血管体积和细胞增殖的影响。 *Placenta* 2004;25:694-698[PMID:15450386 DOI:10.1016/j.placenta.2004.02.005]
- 103 San Juan Dertkigil M, Cecatti JG, Sarno MA, Cavalcante SR, Marussi EF. 妊娠期间水中适度体力活动后羊水指数的变化。 *Acta Obstet Gynecol Scand* 2007;86:547-552[PMID:17464582 DOI:10.1080/00016340601181649]
- 104 Kalisiak B, Spitznagle T. 健康孕妇的运动计划对母亲、胎儿和孩子有什么影响? *PMR* 2009;1:261-266[PMID:19627904 DOI:10.1016/j.pmrj.2008.12.006]
- 105 Clapp JF. 在整个妊娠期间继续规律运动的女性后代5岁时的形态测定和神经发育结果。 *JPediatr* 1996;129:856-863[PMID:8969727 DOI:10.1016/S0022-3476(96)70029-X]

P-审查人: Cardoso CRL, Ozdemir S, Wiwanitkit V
S-编辑: 田 YL L-编辑: A E-编辑: 焦 XK



出版商: **Baishideng Publishing Group Inc**
82266 Regency Drive, Pleasanton, CA 94588, USA

电话: + 1-925-223-8242

传真: + 1-925-223-8243

电子邮箱: bpgoffice@wjgnet.com

服务台:

<http://www.wjgnet.com/esps/helpdesk.aspx><http://www.wjgnet.com>