

妊娠期糖尿病运动疗法研究进展

尚画雨^{1,2} 张 丹³ 贾明涛⁴ 王瑞元¹ 夏 志^{5,6}

妊娠期糖尿病(gestational diabetes mellitus, GDM)是指在妊娠过程中初次发现的任何程度的糖耐量异常,是妊娠期间最常见的代谢异常疾病^[1]。GDM会对孕妇及其后代的健康造成近期以及远期的不良影响。妇女被确诊GDM后出现妊娠期高血压疾病、剖宫产、巨大儿等几率较高,且产后患2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)的风险提高7倍^[2]。更令人担忧的是,分娩以后新生儿患低血糖^[3]以及未来发生肥胖^[4]、糖耐量减低^[5]、T2DM^[6]甚至死亡^[3]的风险较高。目前,美国GDM患者占总怀孕人数的18%^[7]。随着其发病率急剧上升,与之相关的医疗费用也在不断上涨。因此,GDM的防治极为重要。

目前有大量证据表明,中等及较高强度运动对孕妇具有健康效益^[8],在妊娠前及妊娠期间从事体育训练可以降低GDM的发生风险^[9-10]。饮食支持治疗与胰岛素亦是GDM患者控制血糖的理想治疗手段^[1]。在英国,90%以上的GDM患者采用运动与饮食支持治疗即可获得良好治疗效果^[11]。而胰岛素治疗通常仅在饮食与运动治疗均不能较好控制血糖的情况下才会使用。孕妇在整个妊娠过程中从事规律运动,不仅体重过度增加的发生率较低^[12],其患GDM及妊娠高血压疾病的风险也较低^[13-14]。还有证据显示,有氧运动及抗阻训练能明显减少GDM患者的胰岛素用量^[15-16]。这些实验证据均提示,运动很可能是GDM行之有效的干预手段之一。基于此,本文拟对近年来采用运动疗法防治GDM的相关研究作一文献梳理,并归纳出有效运动处方,以期运动疗法提供有益参考。

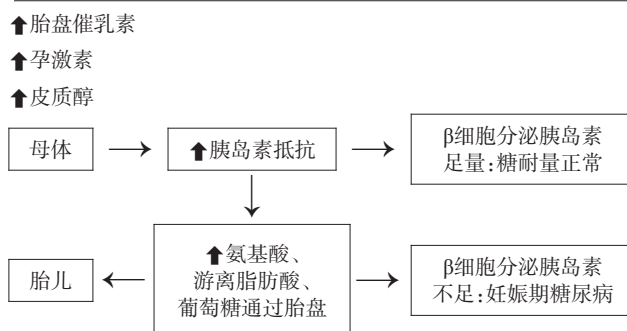
1 妊娠期糖尿病的发病机制及风险因素

1.1 发病机制

GDM可被视为T2DM的过渡形式,可由妊娠所致的激素和代谢变化而迅速触发。妊娠期间会发生生理性的胰岛素抵抗(insulin resistance, IR),且迁延期较长,可从妊娠中期开始直至分娩,有助于胎儿的营养供应。与此同时,孕妇体内的胎盘分泌大量激素以满足胎儿的生长需要,但这阻碍

了循环胰岛素发挥作用,加重IR。其中,胎盘分泌的生长激素会致使孕妇形成IR并动员母体为胎儿生长供给营养,而胎盘催乳素则能通过诱导中枢系统的瘦素抵抗和促进孕妇β细胞体积增大及数量增多以增加胰岛素的分泌,从而使孕妇进食量增多^[17]。因此,在妊娠过程中孕妇对胰岛素的需求会提高3倍以上,若胰腺β细胞分泌的胰岛素量无法满足需要时则会导致高血糖。激素-代谢的适应性变化以满足胎儿的能量需求情况^[18],见图1。

图1 激素-代谢的适应性变化以满足胎儿的能量需求



1.2 风险因素

与所有其他主要类型糖尿病(diabetes mellitus, DM)一样,GDM亦是胰岛素分泌不足的结果。GDM的风险因素亦与T2DM存在相似之处^[19-20]。见表1。

2 妊娠期糖尿病的诊断标准

近年来,在回顾大量关于高血糖与妊娠不良结局之间关系的研究成果之后,许多国际糖尿病相关研究组织,包括WHO、国际糖尿病与妊娠研究组(international association of diabetes and pregnancy study groups, IADPSG)、美国糖尿病协会(American diabetes association, ADA)等,对GDM筛查和诊断方案逐渐达成共识^[1,5,21]。

他们建议所有孕妇(妊娠前确诊为DM者除外)应在妊娠早期进行空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)检查。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.09.026

1 北京体育大学运动人体科学学院,北京,100084; 2 成都体育学院; 3 四川省体育科学研究所; 4 重庆师范大学涉外商贸学院; 5 井冈山大学体育学院; 6 通讯作者

作者简介:尚画雨,男,博士研究生; 收稿日期:2014-06-30

表1 妊娠期糖尿病的风险因素

不可变的风险因素	可变的危险因素
年龄≥35岁	肥胖(BMI≥25.0kg/m ²)
有GDM或葡萄糖耐量减低病史	少动
有GDM或T2DM家族史(尤其是一级亲属中)	饮食质量
有死产、畸胎史	妊娠期间体重过度增加
患妊娠高血压疾病或有高血压病史	妊娠期间吸烟
曾分娩巨大儿(出生体重≥4.0kg)	
曾是高或低体重儿	
经产妇	
患其他胰岛素抵抗疾病(如代谢综合征、多囊卵巢综合征)	
当前尿糖阳性	
种族(非洲裔、西班牙裔、南亚或东亚人、土著美国人及太平洋岛屿居民风险更高)	

若FPG≥7.0mmol/L,或糖化血红蛋白(HbA1C)≥6.5%,或随机血糖≥11.1mmol/L或伴有典型的高血糖或高血糖危象症状,则考虑为孕前糖尿病合并妊娠而非GDM。

最新的GDM诊断标准为:妊娠24—28周尚未被诊断为DM的孕妇均可进行75g口服葡萄糖耐量试验,诊断界值:空腹、1h、2h血糖值分别为5.1mmol/L、10.0mmol/L、8.5mmol/L,其中任一时点的血糖值达到异常界值即可确诊。虽然该诊断标准中血糖界值被降低,可能导致更多妊娠妇女被诊断为GDM患者,但从另一角度而言,这也更有利于对GDM实施早期干预以预防不良妊娠结局的发生。

3 运动疗法防治妊娠期糖尿病

3.1 规律运动预防妊娠期糖尿病

妇女妊娠后生理、心理的显著变化均可能促使其少动和/或运动水平较低,而少动及卧床静养会提高孕妇患GDM的风险^[22-23]。大量研究表明,在妊娠之前,经常从事规律性运动的育龄妇女未来罹患GDM的风险较低^[24-25],甚至利用闲暇时间训练也可降低妊娠期间糖耐量异常的发生率^[26]。而在妊娠早期,孕妇规律的运动也能有效降低GDM患病几率^[24]。有报道指出,健康孕妇在妊娠前及妊娠早期保持较高的训练水平能使GDM发病风险降低55%^[10],在妊娠中期从事中等及较高强度休闲运动也能使高血糖的发生率有所降低^[27]。最近还有研究指出,相较于中晚期,在妊娠前或妊娠早期坚持运动训练能更有效地降低GDM患病率^[28]。因此,强烈建议育龄妇女,尤其是超重者尽早开始运动,并终身坚持下去,以获得最大的预防效益^[29]。

此外,相较于较低强度运动,孕妇尤其是超重或肥胖患者在妊娠期间进行较高强度(>60% HRR)[心率储备(heart rate reserve, HRR)]运动的同时,逐步增加每周的运动能耗可有效降低罹患GDM风险^[30]。为了取得最理想的降

糖效果,较高GDM风险的孕妇应以高强度(70% HRR)步行25min/次或以低强度(30% HRR)步行35—40min/次;而低GDM风险的孕妇以高或低强度每次步行25min以上即可^[9]。

然而,并非所有的研究成果均表明规律运动能预防GDM发生。例如,健康孕妇从妊娠中期开始完成12周标准化运动方案(30—35min 有氧运动+20—25min 负重抗阻训练,每周3次)后,GDM患病率并未降低^[31]。而在最近的一项研究中,健康孕妇在妊娠中晚期坚持以中等强度持续运动,50—55min/次,每周3次,最终GDM风险亦未见降低^[32]。同样,GDM患病风险较高的孕妇在妊娠中晚期完成有氧运动+抗阻训练,60min/次,2次/周的既定运动计划后,其FBG、胰岛素敏感性均无明显变化^[33]。运动的持续性较差以及运动量较低是一些临床试验存在的局限。建议孕妇选择一个适合训练的愉快环境,与其他孕妇共同运动,以提高妊娠期间运动的坚持性。在后续的研究过程中,还需要大规模随机试验针对GDM患者实施标准化运动干预,以进一步明确规律运动对预防GDM及其他不良妊娠结局的影响。

3.2 规律运动治疗妊娠期糖尿病

规律运动对GDM患者的重要作用已被证实,有氧运动及抗阻训练均能有效提高GDM患者的胰岛素敏感性^[15,34]。抗阻训练不仅有助于避免超重GDM患者过早接受胰岛素治疗^[34],还能提高GDM患者的血糖控制能力,从而显著减少需要接受胰岛素治疗的患者人数^[16]。GDM患者坚持中等强度步行30min/次,每周3次,其分娩巨大儿的几率显著降低^[35]。而低强度步行(25—40min/次,每周3—4次)也能明显提高GDM患者的血糖控制能力^[15]。就GDM患者而言,较高强度运动或许也具有积极作用。

4 妊娠期糖尿病的运动处方

英国皇家妇产科学院(royal college of obstetricians and gynaecologists, RCOG)指出:在大多数情况下,妊娠期间进行运动对于孕妇及其胎儿是安全的,大部分在孕前积极运动的孕妇在孕后也应当继续参加运动;而对于在孕前不爱运动的少动者,则可以采用中低强度的运动训练计划^[36]。ADA也推荐“无医学或产科并发症的孕妇开始或继续坚持适量运动作为GDM治疗方案的一部分”^[37]。然而,孕妇在妊娠期内开始运动训练之前务必采用《孕期体力活动准备医学检查量表》进行适当的医学筛查^[38],并明确告知孕妇运动的禁忌证及终止运动的标准^[39]。见表2。

4.1 运动方式

就运动方式而言,GDM患者关键是要找到一项自愿长期坚持的运动。首先,可以安全地从事有氧运动,包括负重性运动,如步行、慢跑、有氧舞蹈等及非负重性运动,如蹬功率自行车或游泳、水中有氧运动及划船等水上运动^[39]。其

表2 妊娠期间运动处方绝对禁忌证及终止运动的标准

绝对禁忌证	终止运动的标准
患严重的心脏病	阴道出血
患限制性肺病	用力前呼吸困难
宫颈功能不全(宫颈内口松弛症/环扎术)	头晕
多胎妊娠	头痛
妊娠中晚期出血	胸痛
妊娠26周后胎盘前置	肌无力
早产	小腿疼痛或肿胀(需排除血栓性静脉炎)
胎膜破裂	早产阵痛
妊娠高血压疾病	胎动减少
	羊水渗漏

中,水中运动是患者理想的运动类型。除了能利用水的浮力减少负重性伤害的发生之外,水中运动还能带来一些陆上运动观察不到的生理性适应:通过静水压的作用促进静脉回流、减少水肿并可能增加子宫血流灌注,且有助于孕妇核心温度的调节,这些变化均不会对胎儿造成负面影响^[40]。而且孕妇尤其是下背痛患者在妊娠中期末及整个妊娠晚期进行非负重性运动如蹬功率自行车和游泳可能更为有益^[41—42]。胎儿对运动及子宫收缩的反应,可能在游泳运动中比蹬功率车过程中更小,这使得游泳成为首选的运动方式^[43]。

另外,GDM患者还可选择进行低强度的肌肉力量训练,如普拉提、瑜伽、弹力带训练等,能显著提高患者血糖控制能力^[44]并有助于减少患者对外源性胰岛素的需要^[16]。近期有研究指出,孕妇尤其是超重或肥胖患者应当增加每周的运动能耗以及较高强度下的运动量,同时应增加一些小负荷的抗阻训练^[30]。在妊娠中晚期坚持低强度的力量训练并不会影响新生儿体重及其健康^[45]。另外,由于胎儿体重增大对盆底肌肉的影响和在分娩过程中对盆底肌肉的牵拉和潜在损伤,建议患者在孕期和产后进行盆底肌力量训练。因此,有氧运动和抗阻训练适用于GDM患者,不仅可以改善患者胰岛素敏感性从而提高血糖控制能力,还能带来更多的健康益处。

需要注意的是,GDM患者在妊娠期间应当避免易对腹部造成损伤的运动,包括体操、骑马、滑雪、户外骑车、潜水、身体接触性运动如足球或篮球等。此外,抗阻训练时还应避免易对骨盆肌肉造成损伤的动作,如正压腿等。

4.2 运动强度

孕前少动和/或超重/肥胖患者可采用中低强度(35%—60% HRR)进行有氧运动,而积极运动的患者可继续保持孕前的强度或以中等强度(45%—60% HRR)运动,随着孕月增加,运动强度逐渐减少^[46]。另外,GDM患者在妊娠期运动以Borg量表12—14级的自我体力感觉为宜,并且运动参与者还可以与医护人员加强交流以确定更为适宜的运动强度,以防用力过度^[47]。见表3。

表3 推荐妊娠期糖尿病患者妊娠期间有氧运动强度

妊娠阶段(周)	% HRR
孕前少动和/或超重/肥胖患者	
1—3	35—39
3—6	45—55
6—9	60
10—26	60
27—40	45
孕前积极运动的患者	
1—3	45—55
3—6	50—60
6—9	60
10—26	60
27—40	50

使用心率储备(heart rate reserve, HRR)计算靶心率的公式为:靶心率=%HRR×(HR_{max} - 安静心率)+安静心率(HR_{max}=220 - 年龄)。例如:一位30岁孕前少动肥胖的GDM患者在妊娠期间开始规律运动的强度为35%—39% HRR,若其安静心率为90次/分、HR_{max}=220 - 30=190次/分,那么39% HRR=0.39×(190-90)+90=129次/分。因此,该患者开始有氧运动的靶心率为129次/分。此外,GDM患者的肌肉力量训练以小负荷、多重复为宜。例如,经常进行胸部推举训练采用6.8kg负荷、每组8—12次的患者,在妊娠期可降至3.6kg、每组15—20次。

4.3 运动时间

美国妇产科学会(American congress of obstetricians and gynecologists, ACOG)推荐无医学或产科并发症的孕妇在妊娠过程中坚持运动,每次30min,每周至少150min^[39]。孕前少动患者可从15min/次开始逐渐增加,积极运动的患者则可坚持每次30min以上的运动^[47]。然而,较长运动时间如持续运动60—90min对于孕妇也是不利的,可能发生低血糖或者高血糖。因此,每次运动30—45min是最适宜的^[48]。

4.4 运动频率

ACOG推荐孕妇每周多次参与有氧和抗阻训练^[39]。另外,美国运动医学会建议成人每周至少进行5次中等强度运动或是每周至少进行3次较大强度运动,这同样适用于GDM患者^[49]。因此,GDM患者坚持运动以3—7次/周为宜。但需要注意的是,应避免连续两天进行抗阻训练^[30]。依据上述标准,GDM患者可以选择采用的运动处方见表4。

4.5 注意事项

实施运动处方须征得产科医生的同意,遵循持之以恒,循序渐进的原则。GDM患者运动前后应分别做5—10min准备活动和全身放松活动,可进行四肢各关节及颈、腰部的伸展训练。运动时应着宽松、补水,勿在高温高湿环境下运动^[42];避免不稳定姿势以防跌倒,运动后留意子宫收缩引起疼痛加重时应立即就医^[46];妊娠期间避免瓦尔萨瓦动作,在妊娠中晚期不宜以仰卧位姿势运动,以免引起低血糖反应^[30]。

表4 妊娠期糖尿病患者的运动处方

	主要内容	备注
方式	①有氧运动;负重类:如步行、慢跑、有氧舞蹈;非负重性类:如蹬功率自行车或游泳、水中有氧运动及划船等水上运动。 ②抗阻训练:普拉提、瑜伽、弹力带训练等	①游泳是首选。 ②不宜进行体操、骑马、滑雪、户外骑车、潜水、身体接触性运动如足球或篮球、高温瑜伽、正压腿等。
强度	①孕前少动和/或超重/肥胖者:35%—60% HRR;积极运动者:45%—60% HRR;Borg记分12—14。 ②抗阻训练:小负荷、多重重复次数。	随着孕月增加,运动强度减少。
时间	孕前少动者:15min/次→45min/次; 积极运动者:30min/次→45min/次。	30—45min/次是最适宜的。
频率	3—7次/周。 中等强度运动至少5次/周、较大强度运动至少3次/周。	不宜连续两天进行抗阻训练。

5 小结

在妊娠前以及妊娠早期从事体育训练可以降低孕妇患GDM风险,而规律运动也能显著提高GDM患者的血糖控制能力。运动疗法是GDM康复治疗积极有效的基本方法之一。合理的运用运动处方,有针对性的安排运动方式,能够推动疾病治疗、提高康复效果。然而在一部分人的观念中,生病、妊娠只能静养,不能运动,我们希望通过用运动处方的方式来改变一些人的观念,正确认识运动与GDM的关系。随着GDM日渐成为影响母婴健康的普遍问题,以及人们对运动疗法重要性认识的逐步加深,对GDM运动疗法的研究必将是今后运动处方研究的热点之一。

参考文献

[1] American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes--2012[J]. Diabetes Care, 2012, 35(Suppl 1):S11—63.

[2] Reece EA. The fetal and maternal consequences of gestational diabetes mellitus[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2010, 23(3):199—203.

[3] Siega-Riz AM, Viswanathan M, Moos MK, et al. A systematic review of outcomes of maternal weight gain according to the Institute of Medicine recommendations: birthweight, fetal growth, and postpartum weight retention[J]. Am J Obstet Gynecol, 2009, 201(4):339.

[4] Lawlor DA, Lichtenstein P, Långström N. Association of maternal diabetes mellitus in pregnancy with offspring adiposity into early adulthood: sibling study in a prospective cohort of 280,866 men from 248,293 families[J]. Circulation, 2011, 123(3):258—265.

[5] Metzger BE, Gabbe SG, Persson B, et al. International association of diabetes and pregnancy study groups recommendations on the diagnosis and classification of hyperglycemia in pregnancy[J]. Diabetes Care, 2010, 33(3):676—682.

[6] Dabelea D, Mayer-Davis EJ, Lamichhane AP, et al. Association of intrauterine exposure to maternal diabetes and obesity with type 2 diabetes in youth: the SEARCH Case-Control Study[J]. Diabetes Care, 2008, 31(7):1422—1426.

[7] American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus[J]. Diabetes Care, 2013, 36(Suppl 1):S67—74.

[8] Downs DS, Chasan-Taber L, Evenson KR, et al. Physical activity and pregnancy: past and present evidence and future recommendations[J]. Res Q Exerc Sport, 2012, 83(4):485—502.

[9] Ruchat SM, Davenport MH, Giroux I, et al. Effect of exercise intensity and duration on capillary glucose responses in pregnant women at low and high risk for gestational diabetes[J]. Diabetes Metab Res Rev, 2012, 28(8):669—678.

[10] Tobias DK, Zhang C, van Dam RM, et al. Physical activity before and during pregnancy and risk of gestational diabetes mellitus: a meta-analysis[J]. Diabetes Care, 2011, 34(1):223—229.

[11] Walker JD. NICE guidance on diabetes in pregnancy: management of diabetes and its complications from preconception to the postnatal period. NICE clinical guideline 63. London, March 2008[J]. Diabet Med, 2008, 25(9):1025—1027.

[12] Barakat R, Perales M, Bacchi M, et al. A Program of Exercise Throughout Pregnancy. Is It Safe to Mother and Newborn?[J]. Am J Health Promot, 2013, [Epub ahead of print].

[13] Barakat R, Cordero Y, Coteron J, et al. Exercise during pregnancy improves maternal glucose screen at 24-28 weeks: a randomised controlled trial[J]. Br J Sports Med, 2012, 46(9):656—661.

[14] Martin CL, Brunner Huber LR. Physical activity and hypertensive complications during pregnancy: findings from 2004 to 2006 North Carolina Pregnancy Risk Assessment Monitoring System[J]. Birth, 2010, 37(3):202—210.

[15] Davenport MH, Mottola MF, McManus R, et al. A walking intervention improves capillary glucose control in women with gestational diabetes mellitus: a pilot study[J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2008, 33(3):511—517.

[16] de Barros MC, Lopes MA, Francisco RP, et al. Resistance exercise and glycemic control in women with gestational diabetes mellitus[J]. Am J Obstet Gynecol, 2010, 203(6):556.

[17] Newbern D, Freemark M. Placental hormones and the control of maternal metabolism and fetal growth[J]. Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes, 2011, 18(6):409—416.

[18] Di Cianni G, Ghio A, Resi V, et al. Gestational diabetes mellitus: an opportunity to prevent type 2 diabetes and cardiovascular disease in young women[J]. Womens Health, 2010, 6(1):97—105.

- [19] Petry CJ. Gestational diabetes: risk factors and recent advances in its genetics and treatment[J]. *Br J Nutr*, 2010, 104(6):775—787.
- [20] Iqbal R, Rafique G, Badruddin S, et al. Increased body fat percentage and physical inactivity are independent predictors of gestational diabetes mellitus in South Asian women[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2007, 61(6):736—742.
- [21] WHO. Diagnostic criteria and classification of hyperglycaemia first detected in pregnancy: a World Health Organization Guideline[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2014, 103(3):341—363.
- [22] Grøntved A, Hu FB. Television viewing and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and all-cause mortality: a meta-analysis[J]. *JAMA*, 2011, 305(23):2448—2455.
- [23] Merriam AA, Chichester M, Patel N, et al. Bed rest and gestational diabetes: more reasons to get out of bed in the morning[J]. *Obstet Gynecol*, 2014, 123(Suppl 1):70.
- [24] Harizopoulou VC, Kritikos A, Papanikolaou Z, et al. Maternal physical activity before and during early pregnancy as a risk factor for gestational diabetes mellitus[J]. *Acta Diabetol*, 2010, 47(Suppl 1):83—89.
- [25] Redden SL, LaMonte MJ, Freudenheim JL, et al. The association between gestational diabetes mellitus and recreational physical activity[J]. *Matern Child Health J*, 2011, 15(4):514—519.
- [26] Baptiste-Roberts K, Ghosh P, Nicholson WK. Pregravid physical activity, dietary intake, and glucose intolerance during pregnancy[J]. *J Womens Health (Larchmt)*, 2011, 20(12):1847—1851.
- [27] Deierlein AL, Siega-Riz AM, Evenson KR. Physical activity during pregnancy and risk of hyperglycemia[J]. *J Womens Health (Larchmt)*, 2012, 21(7):769—775.
- [28] Yin YN, Li XL, Tao TJ, et al. Physical activity during pregnancy and the risk of gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials[J]. *Br J Sports Med*, 2014, 48(4):290—295.
- [29] Ferraro ZM, Gaudet L, Adamo KB. The potential impact of physical activity during pregnancy on maternal and neonatal outcomes[J]. *Obstet Gynecol Surv*, 2012, 67(2):99—110.
- [30] Zavorsky GS, Longo LD. Adding strength training, exercise intensity, and caloric expenditure to exercise guidelines in pregnancy[J]. *Obstet Gynecol*, 2011, 117(6):1399—1402.
- [31] Stafne SN, Salvesen KÅ, Romundstad PR, et al. Regular exercise during pregnancy to prevent gestational diabetes: a randomized controlled trial[J]. *Obstet Gynecol*, 2012, 119(1):29—36.
- [32] Barkat R, Pelaez M, Lopez C, et al. Exercise during pregnancy and gestational diabetes-related adverse effects: a randomised controlled trial[J]. *Br J Sports Med*, 2013, 47(10):630—636.
- [33] Oostdam N, van Poppel MN, Wouters MG, et al. No effect of the FitFor2 exercise programme on blood glucose, insulin sensitivity, and birthweight in pregnant women who were overweight and at risk for gestational diabetes: results of a randomised controlled trial[J]. *BJOG*, 2012, 119(9):1098—1107.
- [34] Brankston GN, Mitchell BF, Ryan EA, et al. Resistance exercise decreases the need for insulin in overweight women with gestational diabetes mellitus[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2004, 190(1):188—193.
- [35] Snapp CA, Donaldson SK. Gestational diabetes mellitus: physical exercise and health outcomes[J]. *Biol Res Nurs*, 2008, 10(2):145—155.
- [36] Royal College of Obstetricians and Gynaecologists. Exercise in pregnancy[EB/OL]. <http://www.rcog.org.uk/womens-health/clinical-guidance/exercise-pregnancy>, 2006-01-01/2014-06-20.
- [37] American Diabetes Association. Gestational diabetes mellitus[J]. *Diabetes Care*, 2004, 27(Suppl 1):S88—90.
- [38] Canadian Society for Exercise Physiology. Physical activity readiness medical examination for pregnancy (PARmed-X for PREGNANCY)[EB/OL]. <http://www.csep.ca/cmfiles/publications/parq/parmed-xpreg.pdf>, 2013-05-01/2014-06-20.
- [39] Committee on Obstetric Practice. ACOG committee opinion. Exercise during pregnancy and the postpartum period. Number 267, January 2002. American College of Obstetricians and Gynecologists[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2002, 77(1):79—81.
- [40] Lynch AM, McDonald S, Magann EF, et al. Effectiveness and safety of a structured swimming program in previously sedentary women during pregnancy[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2003, 14(3):163—169.
- [41] Noon ML, Hoch AZ. Challenges of the pregnant athlete and low back pain[J]. *Curr Sports Med Rep*, 2012, 11(1):43—48.
- [42] DeMaio M, Magann EF. Exercise and pregnancy[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2009, 17(8):504—514.
- [43] Watson WJ, Katz VL, Hackney AC, et al. Fetal responses to maximal swimming and cycling exercise during pregnancy[J]. *Obstet Gynecol*, 1991, 77(3):382—386.
- [44] Youngwanichsetha S, Phumdoung S, Ingkathawornwong T. The effects of mindfulness eating and yoga exercise on blood sugar levels of pregnant women with gestational diabetes mellitus[J]. *Appl Nurs Res*, 2014, S0897-1897(14)00034-2.
- [45] Barakat R, Lucia A, Ruiz JR. Resistance exercise training during pregnancy and newborn's birth size: a randomised controlled trial[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2009, 33(9):1048—1057.
- [46] Zavorsky GS, Longo LD. Exercise guidelines in pregnancy: new perspectives[J]. *Sports Med*, 2011, 41(5):345—360.
- [47] Nascimento SL, Surita FG, Cecatti JG. Physical exercise during pregnancy: a systematic review[J]. *Curr Opin Obstet Gynecol*, 2012, 24(6):387—394.
- [48] Melzer K, Schutz Y, Boulvain M, et al. Physical activity and pregnancy: cardiovascular adaptations, recommendations and pregnancy outcomes[J]. *Sports Med*, 2010, 40(6):493—507.
- [49] Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorepiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2011, 43(7):1334—1359.