

Rassegna

Attività fisica e diabete gestazionale

**A. Bertolotto, C. Lencioni, L. Volpe,
G. Di Cianni**

Dipartimento di Endocrinologia e Metabolismo, UO Malattie Metaboliche e Diabetologia "Renzo Navalesi", Azienda Ospedaliera Universitaria Pisana

Corrispondenza: dott. Graziano Di Cianni, Dipartimento di Endocrinologia e Metabolismo, AOUP, Ospedale di Cisanello, via Paradisa 2, 56124 Pisa
e-mail: dicianni@immr.med.unipi.it

G It Diabetol Metab 2007;27:75-81

Pervenuto in Redazione il 18-10-2006

Accettato per la pubblicazione il 04-04-2007

Parole chiave: diabete gestazionale, esercizio fisico

Key words: gestational diabetes, physical activity

RIASSUNTO

La ricerca clinica degli ultimi 20 anni ha messo in evidenza che l'attività fisica durante la gravidanza è sicura e offre benefici all'unità materno-fetale sia prima sia dopo il parto. Attualmente, le linee guida delle più importanti società scientifiche internazionali suggeriscono che tutte le donne che hanno una gravidanza regolare possono beneficiare di un programma di attività fisica. Più recentemente la ricerca ha focalizzato il suo obiettivo sul ruolo dell'attività fisica per la prevenzione delle patologie che più frequentemente compaiono in gravidanza, influenzandone il suo esito.

Il diabete gestazionale è la complicanza metabolica più frequente della gravidanza; se non riconosciuto e adeguatamente trattato è ancora associato a un'elevata morbilità materno-fetale. Inoltre, le donne affette da diabete gestazionale (DG) sono ad aumentato rischio di sviluppare il diabete di tipo 2 negli anni successivi al parto.

I cardini della terapia del DG sono rappresentati dalla dieta e dall'eventuale terapia insulinica. Più controverso e non ancora codificato è il ruolo dell'esercizio fisico per il raggiungimento degli obiettivi glicemici. I risultati degli studi che hanno valutato gli effetti benefici dell'esercizio fisico nelle donne con DG sono controversi.

In questo lavoro analizzeremo gli studi che hanno valutato il ruolo dell'attività fisica per la prevenzione e la cura del DG.

SUMMARY

Physical activity and gestational diabetes

Research over the past 20 years showed the safety of physical activity during pregnancy. The effects of exercise on the maternal-fetal unit are likely to be beneficial both before and after delivery.

Actually, the most important international scientific societies recommend a physical activity program for normal pregnancy. Recently, researchers have focused on the role of physical activity to prevent and care the pregnancy complications, such as gestational diabetes mellitus, gestational hypertension, and neonatal morbidity.

Gestational diabetes mellitus (GDM) is the more common metabolic complication during pregnancy and is still related to high maternal-fetal morbidity. However, women with GDM are at increased risk for type 2 diabetes later in the life.

GDM is managed primarily through energy intake control and, when dietary plan fails, insulin therapy needs. The role of physical activity to reach the glycaemic goals for women with GDM has yet to be determined.

This article summarizes evidence related to studies assessing physical exercise as prevention and treatment of gestational diabetes.

Introduzione

La ricerca clinica degli ultimi 20 anni ha messo in evidenza che l'attività fisica durante la gravidanza è sicura e offre benefici all'unità materno-fetale.

Già nel 1985 l'American College of Obstetrician and Gynecologists (ACOG) iniziava a raccomandare alle donne in gravidanza una moderata attività fisica, nonostante fosse ancora scarsa l'evidenza dei suoi benefici¹.

Successivamente a queste prime raccomandazioni, gli studi eseguiti negli ultimi 20 anni hanno permesso di considerare l'attività fisica sicura e raccomandabile, per i suoi potenziali benefici sia prima sia dopo il parto. Attualmente, le linee guida dell'ACOG suggeriscono che tutte le donne che hanno una gravidanza regolare possono beneficiare di un programma di attività fisica^{2,3}.

Più recentemente la ricerca ha focalizzato il suo obiettivo sul ruolo dell'attività fisica per la prevenzione delle patologie che più frequentemente compaiono in gravidanza, influenzandone il suo esito. In particolare, è stato recentemente discusso il ruolo dell'attività fisica in gravidanza nella prevenzione dell'ipertensione arteriosa, del diabete gestazionale (DG), delle malattie muscolo-scheletriche, dell'eccessivo aumento del peso corporeo, della salute mentale della madre oltre che, per quanto riguarda l'allattamento, lo sviluppo e la salute del feto⁴.

In questo lavoro, riassumeremo le evidenze più recenti sul ruolo dell'attività fisica materna per prevenire e trattare il DG. L'argomento è importante, considerando che l'obesità, che ha spesso quale concausa la vita sedentaria, e il DG sono strettamente legati e a loro volta sono fattori di rischio per lo sviluppo del diabete mellito tipo 2⁵⁻⁷.

Diabete gestazionale

Il DG, definito come "intolleranza ai carboidrati di gravità variabile a insorgenza o primo riscontro in corso di gravidanza" complica il 3-10% di tutte le gravidanze, mostrando una sensibile variabilità in relazione alle diverse razze ed etnie esaminate⁸. La sua frequenza è aumentata sensibilmente negli ultimi decenni, con un raddoppio dei tassi di incidenza in tutti i gruppi etnici⁹. In Italia la sua prevalenza è stimata intorno al 5-6%¹⁰.

Poco frequente sotto i 25 anni di età, interessa invece il 10-20% delle donne con età maggiore di 35 anni e oltre il 30% delle donne con obesità pregravidica¹¹.

Se non riconosciuto e adeguatamente trattato il DG è ancora associato a un'elevata morbilità materno-fetale (parti pretermine, preeclampsia, tagli cesarei, macrosomia, ipoglicemia neonatale, iperbilirubinemia, ipoglicemia). La diagnosi di DG permette inoltre di identificare una popolazione sicuramente a rischio elevato di sviluppare il diabete di tipo 2 e altre alterazioni metaboliche negli anni successivi al parto^{5,12}. L'associazione DG e diabete tipo 2 è ormai nota da diversi anni, da quando O'Sullivan ha mostrato che a distanza di dieci anni dal parto, oltre il 50% delle donne obese con pre-

gresso DG avevano sviluppato il diabete. Numerose altre osservazioni si sono succedute negli anni tanto che oggi molti autori considerano il DG e il diabete tipo 2 come un'unica malattia, anche se con nomi diversi. Infatti, per entrambe le forme di diabete uguali sono i fattori di rischio genetici e ambientali ed entrambi si sviluppano su un quadro di insulino-resistenza cronica non più compensata dall'aumento della secrezione pancreatica¹².

Per la sua elevata frequenza, perché spesso misconosciuto e perché la sua identificazione è in grado di ridurre la morbilità materno-fetale precoce e tardiva, il DG è considerato una patologia per cui è indicato lo screening universale. Pertanto, tutte le donne in gravidanza tra la 24^a e la 28^a settimana di gestazione dovrebbero eseguire il test di screening per il DG e, se positivo, il test diagnostico mediante OGTT¹³. Parimenti tutte le donne che hanno avuto il diabete in gravidanza devono essere rivalutate negli anni successivi per prevenire lo sviluppo del diabete.

Terapia

Il trattamento del DG è finalizzato al raggiungimento di valori glicemici prossimi alla normoglicemia. L'American Diabetes Association definisce gli obiettivi glicemici non superiori a 90 mg/dl per la glicemia a digiuno, e 140 e 120 mg/dl rispettivamente per la glicemia dopo una e due ore dal pasto (Tab. 1)¹³. Cardini del trattamento sono la terapia dietetica e quella insulinica e, in questo contesto, assume particolare importanza il ruolo del controllo glicemico domiciliare (Fig. 1). Infatti, i valori glicemici registrati in relazione alle abitudini alimentari, lavorative e sociali della donna con gravidanza complicata da DG, permettono di guidare le scelte terapeutiche che, opportunamente adeguate, devono costantemente garantire il raggiungimento e il mantenimento degli obiettivi glicemici "ideali" per la gravidanza.

L'impostazione dietetica nella gravidanza diabetica deve attenersi ai principi di nutrizione per la gravidanza in generale e alle raccomandazioni specifiche per il diabete. Generalmente l'apporto calorico giornaliero raccomandato è compreso tra 1600-2200 Kcal (restrizioni caloriche eccessive non sono raccomandate in quanto associate allo sviluppo di corpi chetonici, potenzialmente dannosi per il feto) con 40-45% di carboidrati complessi. Per meglio controllare le oscillazioni glicemiche proprie della gravidanza è importante la suddivisione dei pasti (tre pasti principali e due-tre spuntini)¹⁴.

L'indicazione alla terapia insulinica viene posta quando gli obiettivi glicemici non vengono raggiunti, nonostante la corretta esecuzione della terapia dietetica (Fig. 2)¹³.

Tabella 1 Obiettivi glicemici in gravidanza.

	Sangue intero (mg/dl)	Plasma (mg/dl)
A digiuno	≤ 95	≤ 105
1 ora dopo il pasto	≤ 140	≤ 155
2 ore dopo il pasto	≤ 120	≤ 130

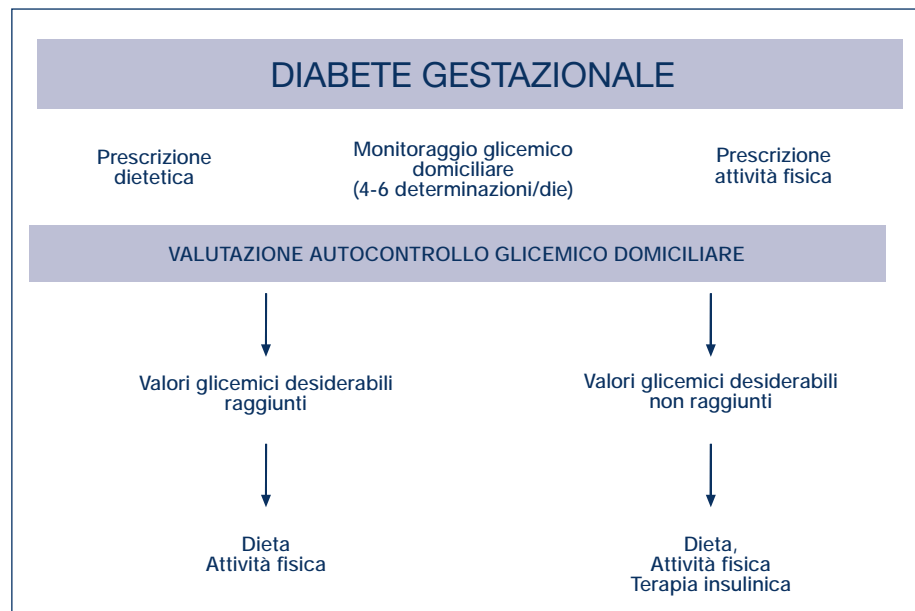


Figura 1 Algoritmo terapeutico per il diabete gestazionale.

L'impostazione del trattamento insulinico, che solitamente interessa un terzo delle donne con DG, deve tener conto del profilo glicemico giornaliero; in relazione ai suoi valori l'insulina potrà essere somministrata sotto forma di insulina ad azione pronta prima dei pasti per correggere l'iperglicemia postprandiale o insulina intermedia "bed time" per prevenire l'iperglicemia a digiuno.

Una recente osservazione ha evidenziato che le donne in sovrappeso con DG rispetto alle donne normopeso hanno un rischio 2,6 volte maggiore di dover intraprendere la terapia insulinica¹⁵. Questo dato suggerisce l'importanza di valutare terapie alternative per il loro trattamento.

Ruolo dell'attività fisica

L'incremento dell'attività fisica è ormai raccomandato per migliorare il controllo glicometabolico e tenere sotto controllo il peso corporeo.

La Canadian Diabetes Association prescrive l'attività fisica nella donne con DG stabilendone la frequenza, il tipo, la durata e l'intensità, tenendo conto del rischio ostetrico individuale¹⁶. Allo stesso modo l'American Diabetes Association e l'ACOG invitano le donne che non hanno controindicazioni mediche od ostetriche a iniziare o continuare un programma di esercizio fisico moderato come parte del trattamento del DG^{17,18}. Queste raccomandazioni sono rinforzate anche dall'osservazione che le donne più attive fisicamente sembrano avere una più bassa incidenza di DG¹⁹. A oggi, nonostante le sopraccitate raccomandazioni di queste importanti società scientifiche, non esistono studi che abbiano chiaramente stabilito quali siano la frequenza, l'intensità, la durata e il tipo di attività che possano contribuire al raggiungimento degli obiettivi glicemici nel DG. Questo anche perché discordanti sono i risultati degli studi che

hanno valutato gli effetti dell'attività fisica sul controllo glicemico o sulla possibilità di evitare o ritardare la terapia insulinica^{15,20-26} (Tab. 2). La differenza dei risultati di questi studi, certamente da ascrivere a diversi fattori (mancata randomizzazione e numero esiguo delle donne studiate, scarsa definizione della tipologia e dell'intensità dell'esercizio fisico), non consente ancora di inserire l'attività fisica nei cardini del trattamento del DG. Pertanto, siamo costretti ancora ad affermare che l'esercizio fisico rimane una terapia "aggiuntiva" per la cura del DG.

Studi che hanno valutato gli effetti dell'attività fisica sul controllo glicemico

Nel 1989, un primo studio randomizzato (dieta più attività fisica vs dieta), ha dimostrato che un programma di 6 settimane di esercizio ergometrico del braccio (20 minuti tre volte la settimana a un'intensità < 50% VO_{2max}) permetteva di ottenere la normalizzazione dei valori di glicemia a digiuno e dei valori di emoglobina glicata in donne con DG²⁰.

Successivamente Bung et al.²¹, hanno confrontato 2 gruppi di donne con DG in terapia dietetica e insulina verso quelle con terapia dietetica ed esercizio fisico (45' di cyclette al 50% VO_{2max} tre volte per settimana). I risultati di questo studio hanno dimostrato l'efficacia dell'esercizio fisico per il raggiungimento e mantenimento del controllo glicemico giornaliero, così come registrato nel gruppo in terapia insulinica. Più recentemente, Brankstone et al., confrontando gli effetti dell'esercizio fisico di resistenza "a circuito" (cioè senza riposo tra 1 esercizio e l'altro) hanno evidenziato che le donne in sovrappeso che seguivano l'attività fisica avevano meno bisogno della terapia insulinica rispetto a quelle che ricevevano il solo trattamento dietetico²².

Avery e Walker hanno rilevato che, rispetto al riposo, una sin-

Tabella 2 Studi che hanno valutato gli effetti dell'attività fisica sul controllo glicemico.

Autori	N. soggetti	Durata dello studio	Esercizio				Obiettivo metabolico raggiunto
			Tipo	Intensità	Durata	Frequenza	
Jovanovic-Peterson (20)	19	6 settimane	Ergometrico del braccio	50% VO _{2max}	20'	3 volte/settimana	Sì
Bung (21)	41	6-7 settimane	Cyclette	50% VO _{2max}	45'	3 volte/settimana	Sì
Garcia Petterson (24)	20	Giorno di controllo e dello studio	Camminata	2,25 km/ora	60'	Sessione singola	Sì
Brankstone (22)	32	4-6 settimane	Esercizio di resistenza fatto a circuito	Fino a F.C. ≤140 battiti/minuto	Varia	3 volte/settimana	Sì
Avery (23)	12	3 giorni	Cyclette	A riposo 35% VO _{2max} 55% VO _{2max}	30'	Sessione singola	Sì
Avery (26)	33	6 settimane	Aerobico, moderatamente intenso, parzialmente fatto a casa	70% F.C. max*	30'	3-4 volte/settimana	No
Lesser (25)	6	2 giorni	Cyclette	60% VO _{2max}	30'	Sessione singola	No

*F.C. max: frequenza cardiaca massima stimata per l'età, calcolata secondo la formula: 220 battiti/minuto – età (anni) × 0,70

gola attività di 30 minuti di bicicletta al 35% o al 45% di VO_{2max} migliora le variazioni di glicemia²³.

Più recentemente da Garcia et al.²⁴ è stato riportato che donne con DG che eseguivano una moderata attività fisica postprandiale (una leggera passeggiata di 2,25 km/ora) ottenevano una ridotta escursione glicemica.

Infine, uno studio pilota ha indicato che soltanto il 50% delle donne diagnosticate per DG tra la 16^a e la 20^a settimana di gestazione richiedevano la terapia insulinica se seguivano un programma di camminata strutturata (30% VO_{2peak}, 3-4 volte per settimana) oltre alla terapia convenzionale¹⁵.

Accanto a questi studi che hanno dimostrato un effetto positivo dell'attività fisica sul controllo glicemico, in letteratura sono riportate esperienze che hanno registrato conclusioni diverse. Tra queste, merita di essere segnalato uno studio del 1996, condotto su cinque donne con DG, che non ha evidenziato alcun miglioramento dei parametri glicemici considerati (glicemia dopo 14 ore di digiuno, picco glicemico e insulinemico postprandiale) dopo un esercizio fisico in acuto di intensità moderata (30 minuti al 60% della VO_{2max})²⁵.

Avery et al., valutando donne con DG assegnate a un programma di attività fisica eseguito a domicilio (70% della frequenza cardiaca massima stimata) confrontate con quelle che non seguivano alcun programma strutturato di esercizio, non hanno riscontrato significative differenze in merito ai valori glicemici, sebbene nelle donne assegnate al gruppo dell'attività fisica risultasse migliorata l'efficienza cardiorespiratoria²⁶.

Attività fisica e prevenzione del diabete gestazionale

Al momento esistono solo pochi studi prospettici su questo argomento.

In uno studio canadese condotto su donne aborigene delle riserve del Saskatchewan, è stata esaminata la possibilità di consigliare l'attività fisica durante il primo trimestre per prevenire il DG¹⁹. Purtroppo la partecipazione allo studio è stata molto bassa e in 2 anni sono state reclutate solo 8 donne. Uno dei motivi della scarsa compliance potrebbe essere legato al programma di attività fisica troppo intenso perché veniva richiesto un esercizio svolto al 70% della frequenza cardiaca massima stipulata per l'età. Gli autori, per lo scarso numero dei soggetti in studio, non sono stati in grado di stabilire se il programma di attività fisica pianificato fosse in grado di prevenire il DG, tuttavia, lo studio riveste ugualmente importanza perché ha correlato l'attività fisica alla diagnosi e all'intervento precoce del DG.

Altri autori hanno studiato donne che partecipavano ad attività ricreative utilizzando un questionario auto-riportato²⁷. In questo lavoro, è stato osservato che le donne che erano più attive entro le prime 20 settimane di gravidanza avevano una riduzione del 48% nello sviluppo della malattia. Inoltre, le donne che praticavano maggiormente attività fisica nell'anno precedente la gravidanza avevano una riduzione del 51% del rischio di DG. Quando venivano combinate entrambe queste

due variabili, il rischio assoluto era ridotto del 60%. Gli autori concludevano che, sebbene la misura dell'attività fisica nella maniera rilevata fosse poco precisa, la relazione fra attività fisica e rischio di DG appariva robusta²⁷. Questi dati sono stati confermati successivamente dagli stessi autori facendo uno studio di coorte prospettico²⁸ e stesse conclusioni sono state recentemente riportate in uno studio svolto negli USA che ha interessato 21.765 donne. Secondo i dati di questo studio l'attività svolta regolarmente prima della gravidanza si associa a un rischio significativamente più basso di sviluppare il DG²⁹.

Lavori preliminari

Diverse sono le osservazioni che descrivono gli effetti dell'attività fisica sul metabolismo glucidico in gravidanza. Molte di queste sono riportate in letteratura come riassunti presentati a congressi internazionali, essendo i loro risultati ancora non conclusivi.

Un recente studio ha riportato che donne che eseguivano un programma di esercizio fisico a bassa intensità (30% del VO_{2peak}) avevano una migliore tolleranza glucidica in risposta a un carico orale di glucosio, rispetto a quelle che svolgevano un esercizio più intenso (70% del VO_{2peak})³⁰. Gli stessi autori hanno dimostrato, mediante biopsie del muscolo vasto laterale, che il glucotrasportatore GLUT 4 risultava maggiormente espresso nelle donne che facevano un esercizio leggero rispetto a quelle che lo facevano più intenso³¹. In uno studio successivo condotto dagli stessi autori³², l'associazione del controllo nutrizionale e di una leggera attività fisica (30% del VO_{2peak}) era migliore rispetto all'esercizio da solo nel controllare le variazioni della glicemia e per evitare un eccessivo aumento del peso durante la gravidanza. Il con-

trollo glicemico continuava a essere migliore ancora 2 mesi dopo il parto.

Questi studi preliminari hanno portato allo sviluppo di un programma d'intervento nutrizionale, di attività fisica e di stile di vita (Nutritional Exercise Life Style Intervention Program, NELIP) per le donne a rischio di DG³³.

I primi risultati conseguenti all'applicazione di questo programma sono incoraggianti; infatti, donne ad alto rischio di sviluppare il DG non lo hanno manifestato seguendo il programma d'intervento; è stato prevenuto l'eccessivo aumento ponderale e la tolleranza glucidica è rimasta normale fino a due mesi dopo il parto^{34,35}. Inoltre, le donne ad alto rischio che seguivano il NELIP mantenevano un indice di sensibilità insulinica simile a quello delle donne a basso rischio per DG³⁶.

Conclusioni

Gli studi attuali non hanno ancora chiarito il rapporto costo-efficacia e come sviluppare un programma di base facilmente accessibile per le donne a rischio o già affette da DG. Di conseguenza mancano linee guida che specifichino chiaramente la frequenza, l'intensità, la durata e il tipo di attività fisica che potrebbero produrre risultati ottimali per il controllo glicometabolico in gravidanza. Pertanto, l'esercizio è considerato ancora una terapia aggiuntiva anche se i risultati preliminari sono incoraggianti. Tuttavia, sulla base dei risultati conseguiti nella maggioranza degli studi disponibili, un'attività fisica regolare, prevalentemente di tipo aerobico, di intensità e durata moderata, può essere raccomandata per ogni donna in gravidanza. Parimenti, dovranno essere evitati sport intrinsecamente pericolosi o attività fisiche che richiedono un notevole dispendio energetico (Tab. 3).

Tabella 3 *Gravidanza e attività fisica: raccomandazioni.*

Attività fisica consigliata		Vantaggi
Tipo	Aerobico: camminata, cyclette, nuoto, esercizi per braccia senza uso di pesi	↓ Attività simpatica ↑ Sensibilità insulinica ↓ Incremento ponderale
Frequenza	3-4 volte/settimana	
Intensità	Personale percezione dello sforzo (da lieve a poco faticoso) VO_2 max non superiore al 60%	
Durata	Massimo 30 minuti con eventuali periodi di riposo	
Attività fisica sconsigliata		Rischi
Tipo	Anaerobico Sport potenzialmente pericolosi e traumatici (per es. sport subacquei o ad alta quota, lotta ecc.) Attività sportive che impegnano tronco e pelvi	↑ Livelli di noradrenlina ↑ Temperatura corporea ↑ Rischio di ipoglicemia
Intensità	È sconsigliata qualsiasi attività fisico-sportiva a elevata intensità (VO_2 max superiore al 60%)	
Durata	È sconsigliata qualsiasi attività fisico-sportiva di durata maggiore di 30 minuti senza intervalli di riposo	

Tabella 4 Gravidanza complicata da diabete e attività fisica: raccomandazioni.

1. Misurare la glicemia prima dell'attività fisica: non praticare attività fisica se la glicemia è superiore a 200 mg/dl e/o con chetonuria
2. Assumere 10-15 g di carboidrati se la glicemia è minore di 80 mg/dl
3. Avere a disposizione carboidrati a rapido assorbimento durante l'esercizio fisico
4. Misurare la glicemia dopo l'esercizio per conoscere la risposta glicemica verso l'attività praticata e assumere eventualmente 10-15 g di carboidrati se la glicemia è inferiore a 80 mg/dl
5. Fare attenzione a segni e sintomi di ipoglicemia durante l'esercizio e per diverse ore dopo
6. Nelle donne che fanno terapia insulinica, aggiustare la dose e modificare l'apporto di carboidrati
7. Assumere sempre una quantità adeguata di liquidi prima, durante e dopo l'esercizio fisico
8. Evitare ambienti troppo caldi o troppo freddi

Gli stessi accorgimenti sono validi anche per la gravidanza complicata da diabete. Tuttavia, in questo caso e specie per le donne in trattamento insulinico, un attento monitoraggio glicemico prima e durante l'attività fisica, è necessario perché l'attività fisica sia sicura e fornisca benefici effetti sul controllo metabolico (Tab. 4).

Studi futuri potranno inoltre prevedere la valutazione del ruolo dell'attività fisica nella prevenzione del diabete di tipo 2 nelle donne che hanno sviluppato il DG.

Bibliografia

- American College of Obstetrician and Gynecologists (ACOG). *Technical Bulletin: Exercise during pregnancy and the postnatal period*. Washington DC: ACOG 1985.
- American College of Obstetrician and Gynecologists. *Exercise during pregnancy and the postpartum period*. ACOG Committee Opinion 267. *Obstet Gynecol* 2002;99:171-3.
- Davies GA, Wolfe LA, Mottola MF, MacKinnon C; Society of Obstetricians and gynecologists of Canada, SOGC Clinical Practice Obstetrics Committee. *Joint SOGC/CSEP clinical practice guideline: exercise in pregnancy and the postpartum period*. *Can J Appl Physiol* 2003;28:330-41.
- Special Communications – Roundtable Consensus Statement. *Impact of physical activity during pregnancy and postpartum on chronic disease risk*. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:989-1006.
- Ben-Haroush A, Yogev Y, Hod M. *Epidemiology of gestational diabetes and its association with type 2 diabetes*. *Diabetic Med* 2004;21:103-13.
- Linne Y. *Effects of obesity on women's reproduction and complications during pregnancy*. *Obesity Rev* 2004;5:137-43.
- Dye TD, Knox KL, Artal R, Aubry H, Worrowycz MA. *Physical activity, obesity and diabetes in pregnancy*. *Am J Epidemiol* 1997;146:961-5.
- Metzger BE, Coustan D. *Summary and recommendations of the Fourth International Workshop Conference on Gestational Diabetes Mellitus*. *Diabetes Care* 1998;21(suppl 2):B161-7.
- King H. *Epidemiology of glucose intolerance and gestational diabetes in women of childbearing age*. *Diabetes Care* 1998;21(suppl 2):B 9-13.
- Lapolla A, Dalfrà MG, Lencioni C, Di Cianni G. *Epidemiology of diabetes in pregnancy. A review of italian data*. *Diab Nutr Metab* 2004;17:358-67.
- Kjos SL, Buchanan TA. *Gestational diabetes mellitus*. *N Engl J Med* 1999;341:1749-56.
- Organizing Committee, Metzger BE. *Summary and recommendations of the Third International Workshop conference on Gestational Diabetes Mellitus*. *Diabetes* 1991;40(suppl 2): 197-201.
- American Diabetes Association. *Clinical practice recommendations: gestational diabetes*. *Diabetes Care* 2004;27(suppl 1): S88-90.
- Fagen C. *Nutrition therapy for pregnancy and lactation*. In: American Diabetes Association, eds. *Guide to medical nutrition therapy for diabetes*. Clinical Education Series 1999, pp. 211-28.
- Davenport MH, Yakubchuk H, McManus R, Mottola MF. *The need for an alternative lifestyle treatment for gestational diabetes*. *Can J Appl Physiol* 2003;28:330-41.
- Canadian Diabetes Association Clinical Practice Guidelines Expert Committee. *Clinical practice guidelines for the prevention and management of diabetes in Canada*. *Can J Diabetes* 2003;27(suppl 2):S99-105.
- American Diabetes Association. *Gestational diabetes mellitus*. *Diabetes Care* 2004;27:S88-90.
- American College of Obstetrician and Gynecologists. *Gestational diabetes*. *ACOG Practice Bulletin* 2001;30:525-38.
- Dyck R, Klomp H, Tan L, Turnell R, Boctor M. *A comparison rates, risk factors and outcomes of gestational diabetes between aboriginal and non aboriginal women in the Saskatoon health district*. *Diabetes Care* 2002;25:487-93.
- Jovanovic-Peterson L, Durak EP, Peterson CM. *Randomized trial of diet vs. diet plus cardiovascular conditioning on glucose levels in gestational diabetes*. *Am J Obstet Gynecol* 1989;161:415-9.
- Bung P, Bung C, Artal R, Khodoguan N, Fallenstein F, Spatling L. *Therapeutic exercise for insulin requiring GDM. Results from a randomized prospective longitudinal study*. *J Perinat Med* 1993;21:125-37.
- Brankstone G, Mitchell B, Ryan E, Okun N. *Resistance exercise decreases the need for insulin in overweight women with gestational diabetes mellitus*. *Am J Obstet Gynecol* 2004;190: 188-93.
- Avery MD, Walker AJ. *Acute effect of exercise on blood glucose and insulin levels in women with gestational diabetes*. *J Maternal-Fetal Med* 2001;10:52-8.
- Garcia-Patterson A, Martin E, Ubeda J, Maria M, DeLeiva A, Corcoy R. *Evaluation of light exercise in the treatment of gestational diabetes*. *Diabetes Care* 2001;24:2006-7.
- Lesser KB, Gruppuso PA, Terry RB, Carpenter MW. *Exercise fails to improve postprandial glycemic excursion in females with gestational diabetes*. *J Matern Fetal Med* 1996;5:211-7.
- Avery MD, Leon AS, Kopher RA. *Effects of partially home based*

- exercise program for fameles with gestational diabetes.* *Obstet Gynecol* 1997;89:10-5.
27. Dempsey JC, Butler CL, Sorensen TK, Lee IM, Thompson ML, Miller RS et al. *A case-control study of maternal recreational physical activity and risk of gestational diabetes mellitus.* *Diabetes Res Clin Pract* 2004;66:203-15.
 28. Dempsey JC, Sorensen TK, Williams MA, Lee IM, Miller RS, Dashow EE et al. *Prospective study of gestational diabetes mellitus risk in relation to maternal recreational physical activity before and during pregnancy.* *Am J Epidemiol* 2004;159:663-70.
 29. Zhang C, Solomon CG, Manson JE, Hu FB. *A prospective study of pregravid physical activity and sedentary behaviors in relation to the risk for gestational diabetes mellitus.* *Arch Intern Med* 2006;166:543-8.
 30. Mottola MF, Weis CA, Lewis N, Hammond T, Bartha C, Schachter CL et al. *Effects of mild vs. moderate maternal exercise on glucose metabolism.* *Med Sci Sport Exerc* 1998;30(suppl):S259.
 31. Mottola MF, Weis CA, Hammond JMS, Bartha C, Schachter CL, Bouen A et al. *Effects of mild vs. moderate exercise training on GLUT4.* *Can J Appl Physiol* 1998;23:496.
 32. Mottola MF, Hammond JMS, McManus R, Lebrun C, Lewis N. *Effects of a controlled nutrition and mild exercise program on glucose metabolism in healthy pregnant women.* *Can J Appl Physiol* 1999;24:468.
 33. Sopper M, Hammond MJ, Giroux I, Mc Manus R, Mottola MF. *Genesis of NELIP: a Nutrition, Exercise, Lifestyle Intervention Program to help prevent excess weight gain and GDM in high risk women.* *Can J Diabetes* 2004;28:296.
 34. Batada A, Mottola MF, Brun C, Giroux I, Hammond T, McManus R et al. *Effects of a Nutrition, Exercise, Lifestyle Intervention Program (NELIP) on women at risk for gestational diabetes (GDM).* *Can J Appl Physiol* 2003;28(suppl):S29.
 35. Mottola MF, Lander S, Giroux I, Hammond T, Lebrun C, McManus R et al. *Glucose and insulin responses in women at risk for GDM before and after Nutrition, Exercise, Lifestyle Intervention Program (NELIP).* *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(suppl):S309-10.
 36. Mottola MF, Sopper MM, Vanderspank D, Charles-Worth S, Hanley A. *Insulin sensitivity is maintained in late pregnancy among overweight women at risk for gestational diabetes participating in a Nutrition, Exercise, Lifestyle Intervention Program (NELIP).* *Can Federation Biological Societies Proceedings* 2005;62.