Esercizio fisico nel diabete - implicazioni -

- Effetti benefici dell'esercizio fisico sulla malattia (prevenzione, terapia, complicanze)
- Alterazioni nell'adattamento all'esercizio fisico legate al diabete, all'insulinoresistenza e alla terapia
- Rischi legati alle complicanze già presenti

Problematiche specifiche dell'anziano

Ruolo degli ormoni controinsulari nell'adattamento all'esercizio fisico

Effetti emodinamici

- aumento gettata cardiaca
- ridistribuzione del flusso sanguigno

Effetti metabolici

- aumento glicogenolisi muscolare
- aumento produzione epatica di glucosio
- aumento lipolisi e chetogenesi
- riduzione utilizzazione del glucosio

Effetti ventilatori

- broncodilatazione
- aumento frequenza respiratoria

Significato della riduzione dell'insulinemia nell'adattamento all'esercizio fisico

- favorisce l'effetto di stimolo degli ormoni controinsulari su produzione epatica di glucosio e lipolisi
- modula l'effetto iperglicemizzante degli ormoni controinsulari
- riduce la captazione di glucosio nei muscoli non impegnati nella contrazione
- non impedisce l'aumento della captazione di glucosio nel muscolo in attività

REGOLAZIONE ENDOCRINA DELL'OMEOSTASI GLUCIDICA DURANTE ESERCIZIO FISICO

Effetti acuti dell'esercizio fisico sulla produzione e utilizzazione di glucosio

- Aumento utilizzazione muscolare di glucosio, malgrado la riduzione dei livelli di insulina (aumento sensibilità periferica all'insulina)
- Aumento produzione epatica di glucosio (glicogenolisi + neoglucogenesi), a bilanciare l'aumentato consumo e garantire l'apporto del substrato per muscolo e SNC
- Graduale sostituzione del glucosio con gli acidi grassi come substrato energetico muscolare
- Nell'esercizio protratto riduzione progressiva della glicemia

EFFETTI DELLA CONTRAZIONE SUL TRASPORTO DEL GLUCOSIO NEL MUSCOLO

Aumentato rapporto AMP/ATP → Attivazione Kinasi AMP-dipendente → Traslocazione GLUT4

Glicemia (mg/dl)
180
100
NORMALE
8
12
16
20
24
ore

Andamento della glicemia nel corso delle 24 ore in pazienti diabetici

REGOLAZIONE ENDOCRINA DELL'OMEOSTASI GLUCIDICA

Effetti acuti dell'esercizio fisico sulla glicemia nel diabete tipo 1

(Ronnemaa e Koivisto, 1988)

Principali fattori che influenzano la risposta glicemica all'esercizio nel diabete tipo 1

- terapia insulinica
  - tipo di insulina e dose
  - distanza di tempo dalla somministrazione
  - sito di iniezione (evitare arto esercitato)
- controllo metabolico del momento
- alimentazione prima e durante l'esercizio
- intensità e durata esercizio
- temperatura esterna

Andamento dell'insulinemia durante esercizio nel diabete insulino-trattato

Inconvenienti di un deficit di insulina durante esercizio fisico

- ridotta captazione di glucosio nel muscolo che lavora, con scadimento della performance
- mancato bilanciamento effetto iperglicemiz-zante degli ormoni controinsulari, con aumento della glicemia
- eccessiva mobilizzazione di acidi grassi, con aumentata sintesi chetoacidi e rischio acidosi

Inconvenienti di un eccesso di insulina durante esercizio fisico

- aumento captazione di glucosio indotto dalla attività muscolare, con rischio di ipoglicemia (che persiste anche dopo l'esercizio)

- inibizione mobilizzazione acidi grassi, con ridotta disponibilità di substrati energetici alternativi al glucosio

Esercizio fisico e diabete tipo 1
Principi fondamentali da seguire

- Avere una buona conoscenza della malattia e degli effetti dell'esercizio
- Intensificare l'autocontrollo in occasione dell'esercizio per prevenire effetti metabolici sfavorevoli e per saggiare la risposta individuale allo sforzo e ai provvedimenti adottati
- Assumere supplementi di carboidrati nel corso dell'esercizio in caso di sforzo protratto o di sintomi di ipoglicemia
- Sottoporsi a controlli medici regolari
- Rendere nota la malattia ad un compagno/allenatore
- Evitare sport particolari (roccia, immersione subacquea)

Attività fisica e diabete

Adattamento della terapia

- Ridurre la dose di insulina precedente ed eventualmente successiva all'esercizio fisico, tenendo presente il valore della glicemia
- Se la riduzione non è possibile, prevedere un aumentato consumo di glucosio e compensarlo, se necessario, con aumentata introduzione di carboidrati
- Sperimentare le reazioni individuali all'esercizio fisico e verificare la risposta ai vari aggiustamenti adottati

Attività fisica e diabete tipo 1

Norme pratiche generali

- controllare la glicemia e la chetonuria prima di iniziare l'esercizio fisico
  - con chetonuria: NO ESERCIZIO FISICO
  - con glicemia non elevata: INGERIRE CHO

- Attenzione all'ipoglicemia durante e dopo: al primo segno di malessere assumere bevande zuccherate o caramelle

Esercizio fisico programmato nel diabete insulino-trattato

1. Ridurre la dose di insulina rapida precedente
2. Iniziare l’attività fisica 1-2 ore dopo il pasto
3. Iniettare l’insulina in zone non interessate dall’attività fisica
4. Nelle ore successive assumere un supplemento di carboidrati, se necessario (misurare glicemia)

DIABETE MELLITO

Tipo 1 :

carenza assoluta di insulina

- esordio in genere in età giovane
- peso in genere normale

Tipo 2 :

carenza relativa + inefficacia dell'insulina (insulinoresistenza)

- esordio in genere in età adulta/senile
- spesso associato a obesità

PREVALENZA DEL DIABETE IN RAPPORTO ALL' ETA'

Effetti di una singola seduta di esercizio sulla omeostasi glucidica

- Aumento dell'utilizzazione del glucosio
- Aumentata sensibilità all'insulina per la captazione del glucosio

Gli effetti possono persistere per diverse ore dopo la cessazione dell'esercizio

Modificazioni della glicemia e dell'insulinemia durante esercizio fisico prolungato in pazienti con diabete ti o 2

(Devlin et al, 1987)

Effetti favorevoli dell'esercizio fisico sui fattori di rischio cardiovascolare nel diabete tipo 2

- Riduzione glicemia
- Aumento sensibilità insulinica
- Riduzione colesterolo LDL e trigliceridi
- Aumento colesterolo HDL
- Riduzione tessuto adiposo, specie viscerale
- Riduzione fattori pro-coagulanti
- Controllo dell'ipertensione (lieve)

↓

Riduzione mortalità cardiovascolare

UKPDS - GLUCOSE CONTROL STUDY

AGGREGATE CLINICAL ENDPOINTS

	RR	p
Any diabetes-related endpoint	0.88	0.029
Diabetes-related deaths	0.90	0.34
All-cause mortality	0.94	0.44
Myocardial infarction	0.84	0.052
Stroke	1.11	0.52
Microvascular	0.75	0.0099

Peculiarità del diabete tipo 2 in relazione all'esercizio fisico

- L'esercizio ha effetti benefici sui meccanismi patogenetici della malattia e sui fattori di rischio cardiovascolare associati al diabete: è uno strumento di cura.

- Nel diabete tipo 2 non vi è ipoinsulinemia assoluta: difficilmente l'esercizio può precipitare uno scompenso metabolico.

- L'eventuale iperinsulinemia è in genere conseguenza dell'insulinoresistenza e si riduce con il miglioramento della sensibilità insulinica (non è così se farmaco-indotta)

OBIETTIVI TERAPEUTICI

per la riduzione del rischio cardiovascolare nel diabete mellito di tipo 2

- Riduzione di peso corporeo e obesità viscerale
- HbA1c < 7.0 %
- Colesterolemia LDL < 100 mg/dl
- Colesterolemia HDL > 40 mg/dl
- Trigliceridemia < 150 mg/dl
- Pressione arteriosa < 135/85 mmHg
- Sospensione del fumo
- Attività fisica (≥ 10 MET)

Approccio iniziale raccomandato nell'algoritmo della terapia del diabete tipo 2

Consensus statement ADA/EASD 2009

1. Interventi su stile di vita + metformina

Standard italiani per la cura del diabete AMD/SID 2009-10

1. Interventi su stile di vita
2. Se non sufficiente associare metformina

ce Only or Structured
Association
Type 2 Diabetes
eta-analysis

Source	No. of Patients: Intervention	No. of Patients: Control	HbA_{1c} Weighted Mean Difference, % (95% CI)
Aerobic training			
Bjørgaas et al,[20] 2005	11	11	−0.44 (−1.03 to 0.15)
Church et al,[8] 2010	72	41	−0.23 (−0.30 to −0.16)
Cuff et al,[21] 2003	9	9	−0.07 (−0.28 to 0.14)
Dela et al,[22] 2004	14	10	−2.14 (−3.43 to −0.86)
Giannopoulou et al,[23] 2005	11	11	−1.00 (−1.70 to −0.30)
Goldhaber-Fiebert et al,[24] 2003	33	28	−1.40 (−2.56 to −0.24)
Kadoglou et al,[25] 2007	29	27	−0.93 (−1.08 to −0.78)
Kadoglou et al,[26] 2007	28	26	−1.02 (−1.59 to −0.45)
Kadoglou et al,[27] 2010[b]	22	21	−0.80 (−1.15 to −0.45)
Kadoglou et al,[27] 2010[c]	23	23	−0.59 (−1.11 to −0.07)
Lambers et al,[28] 2008	18	11	−0.70 (−1.78 to 0.38)
Ligtenberg al,[29] 1997	25	26	−0.30 (−1.11 to 0.51)
Middlebrooke et al,[30] 2006	22	30	0.10 (−0.45 to −0.65)
Raz et al,[31] 1994	19	19	−0.30 (−3.53 to 0.93)
Ribeiro et al,[32] 2008	11	10	−0.40 (−1.19 to 0.39)
Sigal et al,[7] 2007	60	63	−0.50 (−1.22 to 0.22)
Sridhar et al,[33] 2010	55	50	−2.76 (−3.13 to −2.39)
Vancea et al,[34] 2009[c]	14	17	−0.50 (−2.47 to 1.47)
Vancea et al,[34] 2009[d]	9	17	0.00 (−2.30 to 2.30)
Verity and Ismail,[35] 1989	5	5	0.50 (−0.75 to 1.75)
Resistance training			
Castaneda et al,[36] 2002	29	31	−1.00 (−1.27 to −0.73)
Church et al,[8] 2010	73	41	−0.15 (−0.22 to −0.08)
Dunstan et al,[37] 2002	16	13	−0.80 (−1.46 to −0.14)
Sigal et al,[7] 2007	64	63	−0.37 (−1.08 to 0.34)
Combined training			
Balducci et al,[38] 2004	51	53	−1.24 (−1.88 to 0.60)
Church et al,[8] 2010	76	41	−0.34 (−0.41 to −0.27)
Cuff et al,[26] 2003	10	9	−0.07 (−0.29 to 0.15)
Lambers et al,[28] 2008	17	11	−0.80 (−1.84 to 0.24)
Loimaala et al,[39] 2003	24	25	−0.90 (−1.80 to −0.00)
Sigal et al,[7] 2007	64	63	−0.97 (−1.69 to −0.25)
Tessier et al,[40] 2000	19	20	−0.40 (−1.29 to 0.49)
All combined training			−0.51 (−0.79 to −0.23)
I^2 = 67.5%; *P* for heterogeneity = .005			
Overall			−0.67 (−0.84 to −0.49)
I^2 = 91.3%; *P* for heterogeneity <.001			

Effects of aerobic, resistance or combined training on HbA1c

Umpierre et al, JAMA 2011

Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association ype 2 Diabetes a-analysis

Source	No. of Patients: Intervention	No. of Patients: Control	HbA_{1c} Weighted Mean Difference, % (95% CI)
Physical activity advice with dietary cointervention			
Aas et al,[41] 2005	10	9	0.50 (−0.86 to 1.86)
Arguis-Collins et al,[42] 1997	32	32	−2.60 (−3.98 to −1.22)
Christian et al,[43] 2008	141	132	−0.60 (−1.00 to −0.20)
Dasgupta et al,[44] 2006	21	21	−3.00 (−5.51 to −0.49)
Di Loreto et al,[45] 2003	182	158	−0.50 (−0.62 to −0.38)
Hordern et al,[46] 2009	88	88	−0.70 (−1.08 to −0.32)
Kim et al,[47] 2006	32	10	−1.10 (−1.72 to −0.48)
Jakicac et al,[48] 2007	2486	2575	−0.50 (−0.56 to −0.44)
Mayer-Davis et al,[49] 2004	49	56	−0.44 (−0.87 to −0.01)
Ménard et al,[50] 2005	34	35	−0.90 (−1.49 to −0.31)
Vanninen et al,[51] 1992	38	40	0.57 (−0.43 to 1.57)
Wing et al,[52] 1998	13	15	−0.60 (−1.16 to −0.04)
Physical activity advice alone			
Brun et al,[53] 2008	13	12	−0.04 (−3.93 to 3.85)
Cheung et al,[54] 2009	20	17	0.40 (−0.29 to −1.09)
Diedrich et al,[55] 2010	27	26	0.54 (−0.11 to 1.19)
Kim and Kang,[56] 2006[a]	22	23	−0.94 (−1.68 to −0.20)
Kim and Kang,[56] 2006[b]	28	23	−1.02 (−1.51 to −0.53)
Kirk et al,[57] 2003	26	31	−0.68 (−1.26 to −0.10)
Kirk et al,[58] 2009[c]	47	35	0.00 (−0.79 to 0.79)
Kirk et al,[58] 2009[d]	51	35	0.10 (−0.65 to 0.85)
Krousel-Wood et al,[59] 2008	37	39	0.10 (−0.56 to 0.76)
Leehey et al,[60] 2009	7	4	1.00 (−2.16 to 4.16)
Rönnemaa et al,[61] 1986	13	12	−0.90 (−2.25 to 0.45)
Samaras et al,[62] 1997	13	13	−0.49 (−1.24 to 0.26)
Tudor-Locke et al,[63] 2004	24	23	0.00 (−0.66 to 0.66)
van Rooijen et al,[64] 2004	75	74	0.62 (−0.14 to 1.38)
Overall			−0.43 (−0.59 to −0.28)

$I^2 = 62.9\%$; P for heterogeneity <.001

Effects of physical activity advice on HbA1c

Umpierre et al, JAMA 2011

Captazione di ossigeno durante esercizio al cicloergometro nel diabete tipo 2 non complicato

Regensteiner et al, 1998

Risposte all'esercizio submassimale nel diabete tipo 2 non complicato

Regensteiner et al, 1998

Frazione di eiezione del ventricolo sinistro in diabetici tipo 2 a riposo e durante handgrip

* p<0.01 vs controlli

Scognamiglio et al, 2004

Adiposità e VO_2 max in soggetti magri normoglicemici con familiarità di 1° grado per diabete tipo 2

Nyholm et al, 2004

insulinoresistenza
riduzione attività fisica
diabete tipo 2

Modificazioni della VO_2 max dopo 3 mesi di training nel diabete tipo 2 (3 h/w 70-85% max)

Base

Dopo training

* $p<0.05$ vs altri gruppi

Brandemburg et al, 1999

PERCENTUALE DI SOGGETTI DIABETICI CHE HANNO RAGGIUNTO IL LIVELLO RACCOMANDATO DI ATTIVITA' FISICA E STIME DI ATTIVITA' MEDIA DOPO 2 ANNI DI ATTIVITA' EDUCATIVA INTENSIVA

Di Loreto et al, 2003

Modificazioni osservate in base al livello di attività fisica raggiunto (MET)

	0	1-10	11-20	21-30	31-40	> 40
Peso Kg	+ 0.8	+ 0.6	+ 0.1	- 2.2	- 3.0	- 3.2
Circonf. vita cm	+ 1.0	+ 1.0	- 0.9	- 3.8	- 5.5	- 7.1
HbA1c %	+ 0.03	- 0.06	- 0.44	- 0.88	- 1.11	- 1.19
PA max mmHg	- 1.8	- 1.5	- 6.4	- 5.5	- 6.6	- 9.2
PA min mmHg	- 4.6	- 2.4	- 2.9	- 4.8	- 5.3	- 7.1
Col. tot mg/dl	- 3.8	- 5.6	- 10.2	- 10.7	- 7.4	- 10.9
Col. LDL mg/dl	- 4.5	- 7.1	- 3.4	- 5.3	- 6.3	- 7.7
Col. HDL mg/dl	+ 0.1	+ 1.1	+ 2.9	+ 5.6	+ 10.4	+ 6.3
TG mg/dl	+ 3.4	+ 2.1	- 48.2	- 55.2	- 57.4	- 68.4
CHD %	+ 0.1	- 0.3	- 2.6	- 3.7	- 4.8	- 4.3

$p<0.05$

Di Loreto et al, Diabetes Care 2005

Four-Year Change in Cardiorespiratory Fitness and Influence on Glycemic Control in Adults With Type 2 Diabetes in a Randomized Trial

The Look AHEAD Trial

N=3942, mean age 58 yr

(Jakicic et al, Diabetes Care 2013)

Look AHEAD Trial

Changes in weigth, fitness and CV risk factors after 4 years

Arch Intern Med 2010

La glicemia di un diabetico condiziona,
a parità di livelli di insulina,
l’utilizzo dei substrati durante esercizio?

Fuel metabolism during exercise in euglycaemia and hyperglycaemia in patients with type 1 diabetes

7 Physically active men with type 1 diabetes
Byke, 55-60% VO2max

Lattacidemia (mmol/L)

basale		picco
0.6	→	1.3
0.7	→	1.4

(Jenni et al, Diabetologia 2008)

Fuel metabolism during exercise in euglycaemia and hyperglycaemia in patients with type 1 diabetes

Table 1 Respiratory gas exchange and net substrate oxidation rates

Parameter	Rest	Exercise	
		60 min	120 min
$\dot{V}O_2$ (ml min^{-1} kg^{-1})			
Euglycaemia	4.4±0.8	28.6±2.4[c]	29.7±2.1[c,d]
Hyperglycaemia	5.0±0.2	28.2±2.0[c]	28.4±2.0[a,c]
$\dot{V}CO_2$ (ml min^{-1} kg^{-1})			
Euglycaemia	3.4±0.6	24.5±2.0[c]	24.9±1.9[c]
Hyperglycaemia	3.9±0.2	25.0±1.7[c]	25.4±1.8[c]
Lipid oxidation (mg min^{-1} kg^{-1})			
Euglycaemia	1.6±0.4	6.6±0.8[c]	7.7±0.8[c,d]
Hyperglycaemia	1.7±0.2	5.1±0.9[b]	4.8±0.8[a,b]

Table 2 Glucose turnover

Parameter	Rest	Exercise
Endogenous glucose production (mg min^{-1} kg^{-1})		
Euglycaemia	2.4±0.2	4.0±0.6[c]
Hyperglycaemia	1.9±0.6	1.9±0.8[b]
Glucose disposal (mg min^{-1} kg^{-1})		
Euglycaemia	2.6±0.1	8.4±0.8[c]
Hyperglycaemia	2.9±0.3	11.3±1.6[d]
Oxidation rate of systemic glucose (mg min^{-1} kg^{-1})		
Euglycaemia	1.9±0.3	8.4±1.1
Hyperglycaemia	1.6±0.1	10.3±1.3[c]
Glycogen breakdown rate (mg min^{-1} kg^{-1})		
Euglycaemia	−0.8±0.6	9.3±2.4[d]
Hyperglycaemia	−0.6±0.4	13.2±1.8[a,c]

Contributo relativo dei diversi substrati

Glycogen

Glucose infused

Endogenous glucose

Lipids

Proteins

(Jenni et al, Diabetologia 2008)

Caratteristiche peculiari dei pazienti con diabete tipo 2

- Spesso anziani
- Spesso in sovrappeso/obesi
- Spesso in terapie poli-farmacologiche
- Rischio di ipoglicemia farmaco-indotta
- Complicanze croniche frequenti, anche al momento della diagnosi di diabete
- Alterata efficienza metabolica

Implicazioni energetiche delle alterazioni metaboliche del diabete tipo 2

- Iperglicemia = difficoltà ad utilizzare il glucosio, stato di carenza energetica
- Insulinoresistenza = ridotta e alterata risposta all'insulina, presenza di multipli fattori di rsichio cardiovascolare
- Ridotta flessibilità metabolica = ridotta ossidazione basale FFA, ridotta capacità insulinica di incrementare l'ossidazione dei carboidrati

La capacità aerobica massima dei diabetici tipo 2 è in media di ~22 ml/kg min, cioè 6.4 MET *

Questo implica che nel diabetico “medio” si possono prescrivere esercizi aerobici di intensità fino a 4.8 MET (75% del massimo).

* *Boulè et al, Diabetologia 2003*

Measuring Habitual Walking Speed of People With Type 2 Diabetes

Are they meeting recommendations?

Table 1—*Median, 25th, and 75th percentiles of 3-day averaged ambulatory characteristics obtained from an AMP**

Ambulation characteristic	Median	25th percentile	75th percentile
Total daily steps	9,150	5,394	11,469
Locomotion steps	5,331	2,444	7,015
Locomotion walking speed (km/h)	3.3	2.9	3.7
Locomotion cadence (steps/min)	106	102	111
Time spent in locomotion (min)	49.4	26.1	58.5
Distance in locomotion (km)	2.7	1.2	4.2
Time spent at or above 4.0 km/h (min:sec)	06:13	02:06	27:25

***Activity Monitoring Pod 331**

Johnson et al, Diabetes Care 2005

Exercise and Type 2 Diabetes
ACSM & ADA Joint Position Statement

Colberg et al, Diabetes Care, December 2010

- Attività aerobica: almeno 3 ma meglio 5 giorni/settimana
- Per almeno 150 min/settimana se moderata (40-60% VO2 max) o 60-75 min se vigorosa (61-75% VO2max)
- Se moderata, considerare la possibilità di una intensificazione

Exercise and Type 2 Diabetes
ACSM & ADA Joint Position Statement

Colberg et al, Diabetes Care, December 2010

- Attività di forza: da associare all'attività aerobica, almeno 2 ma meglio 3 giorni/settimana, per migliorare forza e az. insulinica
- Moderata (~50% 1-RM) o meglio vigorosa (75-80% 1-RM)
- Lenta progressione fino a 1-4 serie di 8-10 ripetizioni di 5-10 esercizi, con uso di macchine di resistenza e pesi liberi, a carico dei principali muscoli di arti superiori, arti inferiori e tronco
- Se autogestita può essere meno efficace per il control o metabolico, adeguata per massa muscolare e forza

Exercise and Type 2 Diabetes
ACSM & ADA Joint Position Statement

Colberg et al, Diabetes Care, December 2010

- Initial instruction and periodic supervision by a qualified exercise trainer is recommended for most persons with type 2 diabetes, particularly if they undertake resistance exercise training.
- Use of objective measures such as step counters may enhance reaching daily goals.

Home-Based Resistance Training Is Not Sufficient to Maintain Improved Glycemic Control Following Supervised Training in Older Individuals With Type 2 Diabetes

Dunstan et al,
Diabetes Care 2005

Absolute change in HbA_{1c} from baseline in RT&WL (●) and WL (○) groups

- High intensity resistance training + weight loss vs weight loss alone
- 6 months of supervised training + 6 months of home-based training

Annals of Internal Medicine 2007;147:357 | ARTICLE

Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes

A Randomized Trial

Ronald J. Sigal, MD, MPH; Glen P. Kenny, PhD; Normand G. Boulé, PhD; George A. Wells, PhD; Denis Prud'homme, MD, MSc; Michelle Fortier, PhD; Robert D. Reid, PhD, MBA; Heather Tulloch, MSc; Douglas Coyle, PhD; Penny Phillips, MA; Alison Jennings, MA; and James Jaffey, MSc

N=251 T2DM (multicentrico)

Durata intervento: 22 settimane (3 sedute/settimana)

Randomizzazione a 4 gruppi:

- a) a. aerobica
- b) a. di resistenza
- c) a. combinata:
- d) gruppo di controllo

Figure. Study flow diagram.

Sigal et al, Ann Intern Med 2007

Annals of Internal Medicine 2007;147:357 | ARTICLE

Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes

A Randomized Trial

Ronald J. Sigal, MD, MPH; Glen P. Kenny, PhD; Normand G. Boulé, PhD; George A. Wells, PhD; Denis Prud'homme, MD, MSc; Michelle Fortier, PhD; Robert D. Reid, PhD, MBA; Heather Tulloch, MSc; Douglas Coyle, PhD; Penny Phillips, MA; Alison Jennings, MA; and James Jaffey, MSc

Variable	Mean Value (SD)			Difference in Change from Baseline to 6 Months (95% CI)	*P* Value
	Baseline	3 mo	6 mo		
Body weight, *kg*					
Combined exercise group	101.9 (30.4)	100.2 (30.4)	99.3 (30.4)	–	–
Aerobic training group	103.5 (31.0)	101.8 (30.2)	100.9 (30.2)	–	–
Resistance training group	99.1 (30.4)	98.1 (30.4)	98.0 (30.4)	–	–
Control group	101.3 (28.6)	100.5 (27.8)	101.0 (27.8)	–	–
Intergroup comparisons					
Aerobic training vs. control	–	–	–	−2.2 (−3.9 to −0.6)	0.008
Resistance training vs. control	–	–	–	−0.7 (−2.4 to 0.9)	0.36
Combined exercise vs. aerobic training	–	–	–	0.0 (−1.6 to 1.7)	0.98
Combined exercise vs. resistance training	–	–	–	−1.5 (−3.1 to 0.1)	0.075

Annals of Internal Medicine 2007;147:357 | ARTICLE

Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes

A Randomized Trial

Ronald J. Sigal, MD, MPH; Glen P. Kenny, PhD; Normand G. Boulé, PhD; George A. Wells, PhD; Denis Prud'homme, MD, MSc; Michelle Fortier, PhD; Robert D. Reid, PhD, MBA; Heather Tulloch, MSc; Douglas Coyle, PhD; Penny Phillips, MA; Alison Jennings, MA; and James Jaffey, MSc

Variable	Mean (SD) Value			Difference in Change from Baseline to 6 Months (95% CI)	*P* Value
	Baseline	3 mo	6 mo		
Hemoglobin A_{1c} [patients], % [*n*]†					
Combined exercise group	7.46 (1.48) [64]	6.99 (1.56) [60]	6.56 (1.55) [58]	–	–
Aerobic training group	7.41 (1.50) [60]	7.00 (1.59) [58]	6.98 (1.50) [49]	–	–
Resistance training group	7.48 (1.47) [64]	7.35 (1.57) [62]	7.18 (1.52) [56]	–	–
Control group	7.44 (1.38) [63]	7.33 (1.49) [62]	7.51 (1.47) [59]	–	–
Intergroup comparisons					
Aerobic training vs. control	–	–	–	−0.51 (−0.87 to −0.14)	0.007
Resistance training vs. control	–	–	–	−0.38 (−0.72 to −0.22)	0.038
Combined exercise vs. aerobic training	–	–	–	−0.46 (−0.83 to −0.09)	0.014
Combined exercise vs. resistance training	–	–	–	−0.59 (−0.95 to −0.23)	0.001

Effects of Aerobic and Resistance Training on Hemoglobin A_{1c} Levels in Patients With Type 2 Diabetes

Church et al, JAMA 2010

- 262 diabetici tipo 2 sedentari
- RCT
- 9 mesi di intervento (impegno di tempo sovrapponibile)
  - Aerobico (n=72): 12 kcal/kg per settimana, 50-80% VO2max
  - Resistenza muscolare (n=73), 1-12 ripetizioni di 2-3 set di 9 esercizi, 3 volte/w
  - Combinato (n=76), 10 kcal /kg per settimana attività aerobica + 1 set di 9 esercizi, 2 volte/w
  - Non-esercizio (n=41)

Effects of Aerobic and Resistance Training on Hemoglobin A_{1c} Levels in Patients With Type 2 Diabetes

Church et al, JAMA 2010

Figure 2. Monthly Hemoglobin A_{1c} Levels

* $p<0.05$ vs controls

No. of patients

Exercise training type										
Control	41	37	34	35	33	33	31	35	33	35
Resistance	73	73	72	71	66	64	64	62	60	55
Aerobic	72	65	62	60	56	57	55	54	51	53
Combination	76	73	73	69	69	68	69	65	57	57

No. of patients

Exercise training type										
Control	41	37	34	35	33	33	31	35	33	35
Resistance	60	60	60	60	59	58	59	60	58	52
Aerobic	52	51	52	52	48	51	50	51	46	49
Combination	62	62	62	59	60	60	61	60	54	54

Materiali e Metodi - Intervento

Tipo Training	Durata	Frequenza	Tempo sessione	Intensità di training	Strumenti	Dieta
AEROBICO	4 mesi	3 volte settimana	60 minuti	Incremento progressivo fino al 60-65% Frequenza Cardiaca di Riserva	Macchine allenamento cardiovascolare	regime alimentare stabile, nel rispetto linee guida ADA. Incontro Dietista
FORZA	4 mesi	3 volte settimana	60 minuti 3 serie di 8-12 ripetizioni intervallate da 1 minuto di recupero	Incremento progressivo del carico fino a 70÷80% 1RM	8-10 esercizi dei maggiori gruppi muscolari, utilizzando macchine isotoniche e pesi liberi	regime alimentare stabile, nel rispetto linee guida ADA. Incontro Dietista

HbA1c changes after 4 months of Aerobic or Resistance training
(mean ± SD)

Insulin sensitivity changes after 4 months of Aerobic or Resistance training

(mean ± SD)

Predictors of HbA1c changes after exercise training by multiple regression analysis

(R^2= 0.55)

	Coefficient	Std. Coeff	p value
Intercept	-1.392	-1.392	**0.008**
HbA1c at baseline (%)	0.175	0.337	**0.017**
Change in VO2 peak (ml/kg min)	-0.049	-0.422	**0.002**
Change in Truncal Fat (kg)	0.110	0.372	**0.006**
Change in Leg extension (kg)	-0.006	-0.152	**0.250**

Andamento della glicemia nel gruppo aerobico e nel gruppo di resistenza muscolare nell' orario del giorno di riposo corrispondente alla sessione di esercizio

Andamento della glicemia nel gruppo aerobico e nel gruppo di resistenza muscolare nel corso della seduta di esercizio fisico

Andamento della glicemia nelle ore notturne dopo una seduta di training Aerobico e nell'orario corrispondente del giorno di riposo