



## INTRODUZIONE

Ho voluto sviluppare questa tesi di tipo breve riguardante il diabete, in modo semplice e generale, perché trovo questo argomento molto importante e poco sentito dalla collettività.

Il diabete mellito è oggi una patologia in costante espansione in tutto il mondo. Le ragioni di quest'aumento sono molteplici. Nel 90% dei casi è riconducibile alla riduzione dell'attività fisica e/o alla sovralimentazione con conseguente induzione di sovrappeso ed obesità.

Quest'ultime sono condizioni favorevoli per l'insorgenza del diabete di tipo 2.

È molto facile trascurare il diabete perché le complicanze croniche di tipo micro e macrovascolari che colpiscono i pazienti diabetici si rivelano dopo anni di malattia e spesso quando è troppo tardi.

L'iperglicemia cronica è la prima causa di cecità e danno renale. 2 pazienti diabetici su 3 muoiono per infarto o ictus a causa di occlusioni delle arterie coronariche o arterie cerebrali.

Da una stima recente effettuata dalla Newline Medica di Udine, si afferma che 1 individuo nel mondo ogni 17 secondi diventa diabetico. In Italia il 7% degli adulti sono diabetici, ed è una cifra sottostimata perché appunto molte persone non sanno di esserlo.

Anche se questo tema riguarderebbe più da vicino un indirizzo di tipo medico, ho potuto comunque sviluppare la tematica grazie alle conoscenze acquisite durante il triennio di Scienze e Tecnologie Alimentari e grazie all'aiuto del mio relatore il Prof Paolo Tessari, docente universitario presso il Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale di Padova e presso l'Agripolis di Legnaro (PD).

## **INDICE GENERALE**

### **PRESENTAZIONE ED ELEMENTI PRINCIPALI DELLA MALATTIA**

- diabete mellito: definizione ed eziopatogenesi
- tipologia e sintomatologia del diabete
- l'esercizio fisico

### **I CARBOIDRATI**

- carboidrati alimentari di maggior consumo
- fibre alimentari e le loro prebioticità
- influenza del trattamento termico nel rapporto amilosio/amilopectina

### **GLICEMIA**

- indice glicemico e mantenimento della glicemia entro limiti prestabiliti
- i farmaci per il controllo glicemico
- l'indice glicemico dell'alimento e quelli a basso IG
- come ridurre l'IG di un alimento
- valori nutrizionali di alcuni alimenti low IG

## RIASSUNTO

Il diabete è quella malattia che porta l'individuo ad avere un'alta concentrazione di zuccheri nel sangue. Questo a causa di una sviluppata incapacità di trasferire gli zuccheri dal sangue alle cellule muscolari e adipose del nostro organismo. Ciò normalmente avviene per impulso derivante dalla produzione di insulina, un ormone che in questo caso risulta deficitario.

È diabetico colui che presenta un livello di zuccheri pari e superiore a 126 mg su 100 ml di sangue a digiuno.

Vi sono diverse tipologie di diabete. Quelle di maggior rilevanza sono il diabete di tipo1 e il diabete di tipo2.

In caso di diabete di tipo1, il soggetto non produce insulina, per colpa di un processo autoimmune geneticamente indotto, che distrugge le cellule pancreatiche deputate alla produzione dell'ormone.

In caso di diabete di tipo2 invece può essere anch'esso un problema genetico in quanto non tutte le cellule pancreatiche risultano lesionate, oppure il problema non è la produzione di insulina ma l'aver sviluppato una insulina resistenza, cioè l'organismo non riconosce bene l'ormone come prima.

Le principali cause del diabete di tipo2 sono uno squilibrio metabolico dovuto ad una cattiva alimentazione, mancanza di esercizio fisico, ipertensione, dislipidemia o assunzione di determinati farmaci.

Le sintomatologie si dividono in acute e croniche in base alla durata e la gravità della malattia.

Le sintomatologie acute per il diabete di tipo1 sono: abbondanti diuresi, aumento della sete, un rapido calo del peso corporeo, eccessiva fame dovuta al rapido calo del peso, visione sfuocata, presenza di infezioni e l'astenia.

Per il tipo2 queste sintomatologie sono in forma lieve o non debilitante.

Le sintomatologie croniche sono le più drammatiche e debilitanti: retinopatia, nefropatia, neuropatia che spesso colpisce gli arti inferiori, malattie vascolari che portano a ictus o infarti di tipo silente e il piede diabetico dovuto ad un mix di cause.

Tra le forme terapeutiche ci sono le iniezioni di insulina per il diabetico grave, poi l'uso di farmaci come l'acarbiosio, le biguanidi e le sulfaniluree.

Le forme terapeutiche ideali anche come prevenzione sono il miglioramento della dieta e l'attività fisica.

Migliorare la propria dieta significa prima di tutto equilibrarla.

I carboidrati devono rappresentare il 50-60% della principale fonte calorica.

E' doveroso quindi eliminare gli zuccheri semplici in favore di quelli complessi o meglio ancora aumentare il consumo di quelli a lenta digeribilità come le fibre alimentari. Gli zuccheri semplici (monomeri o dimeri) vengono chiamati così per la loro repentina degradazione in unità monomeriche, quindi veloce innalzamento glicemico.

Per un paziente diabetico il trattamento termico degli amidi risulta molto importante in quanto cucinando troppo l'alimento ad alto contenuto di amido si destabilizza e modifica l'intera struttura molecolare e quel che ne consegue è una difficile digestione del prodotto per tutti, ma soprattutto un picco glicemico in quanto l'amilopectina risulta la meno modificata ed è anche quel complesso che rilascia maggiormente glucosio nel sangue a causa delle sue ramificazioni.

Per tenere in considerazione tutti questi aspetti, negli'ultimi anni è stata aggiornata sempre più la tabella internazionale dell'indice glicemico degli alimenti, che mette in luce la capacità che ha un alimento di liberare glucosio nel sangue.

## **ABSTRACT**

Diabetes is a disease that leads the individual to have an high concentration of sugar in the blood. Because is very difficult to transfer the sugar from the blood to the cells of our body. A normal body produce an hormone, insulin, to pulse receptors cells for absorb better the glucose of blood.

Is diabetic who presents a sugar level greater than 126 mg per 100 ml of fasting blood.

There are different types of diabetes. The major are type 1 diabetes and type 2 diabetes.

Type 1 diabetes. Subject does not produce insulin, because genetically induced autoimmune

process that destroys the pancreatic cells delegated to hormone production.

Type 2 diabetes, however, can also be a genetic problem because not all pancreatic cells are damaged, or the problem is not production of insulin but to have developed a resistance to insulin: organism not recognize good hormone as before. The main causes of type 2 diabetes are metabolic imbalance due to bad diet, lack of exercise, hypertension, dyslipidemia or assumption of certain drugs.

Symptoms can be divided to acute and chronic, based on the duration and severity of disease. Acute symptoms for type 1 diabetes are respectively abundant urination, increased thirst, a rapid decrease body weight, increased hunger due to rapid decrease of weight, blurred vision, presence of infection, and fatigue.

For type 2 these symptoms are mild or not debilitating.

Chronic symptoms are most dramatic and debilitating diseases such as retinopathy, nephropathy, neuropathy often affects lower limbs, vascular diseases leading to stroke or heart attack silent type and the “diabetic foot” due to a combinations of causes.

Therapy forms are insulin injections for severe diabetic, use of drugs such as acarbose, biguanides and sulfonylureas.

Ideals therapy forms also to prevention are improve the diet and exercise.

Improve diet means first of all to balance it.

Carbohydrates must to represent 50-60% of main source of calories.

It is duty delete simples sugars in favor of complex or better still increase consumption of carbohydrates of slow digestibility as dietary fiber.

For a diabetic patient, thermal treatment fo starch is very important because cooking a lot the food with high content of starch, modify and destabilize all molecular structure and this leads to difficult digestion of the product for all, but especially a peak glycemie due to amylopectin. Amylopectin is the less modified and it is also the responsible of peack glycemie for its ramifications.

In the last few years has been upgraded increasingly the International Table of Glycemic Index of foods, which highlights the capacity of a food to release glucose into the blood.

## IL DIABETE MELLITO: DEFINIZIONI E CAUSE

Il diabete mellito è una malattia cronica caratterizzata da una elevata concentrazione di glucosio nel sangue.

In una persona normale la glicemia è di circa 70/100 mg di glucosio in 100 ml di sangue a digiuno.

I criteri per la diagnosi di diabete stabiliscono un livello di glicemia a digiuno  $>126$  mg/100 ml, e dopo carico orale di glucosio (ogtt)  $> 200$  mg/100 ml dopo 2 ore.

In realtà con il termine diabete mellito vengono indicate numerose forme morbose che, pur avendo in comune l'alterata utilizzazione degli zuccheri, riconoscono cause diverse e differenti patologie cliniche.

La prima, grande suddivisione è quella tra diabete di tipo 1 e diabete di tipo 2.

Diabete di **tipo 1**: il soggetto presenta la totale mancanza di secrezione endogena di insulina, dovuta a deficit delle cellule pancreatiche beta deputate alla produzione dell'ormone insulinico.

Diabete di **tipo 2**: il paziente presenta un minor numero di cellule che producono insulina e/o ha sviluppato una condizione di insulino resistenza.

## EZIOPATOGENESI DEL DIABETE

Quando si parla di diabete si intende una condizione morbosa complessa non per forza riconducibile ad una singola patologia o ad una singola causa.

Le cause di diabete differiscono tra diabete di tipo1 e di tipo2.

Le cause di diabete di tipo1 sono essenzialmente riconducibili ad un danno autoimmunitario delle cellule beta pancreatiche, sostenuto da autoanticorpi e associato ad ereditarieta` genetica. Il diabete di tipo1 risulta aggravato o scatenato come evento “finale” da un'infezione virale o da uno stress psicofisico che porta a deficit totale di produzione di insulina.

Le cause di diabete di tipo2 sono multifattoriali. Anch'esso comprende una certa predisposizione genetica da recenti studi su determinati geni associati a maggior rischio di insorgenza diabetica.

I fattori di rischio piu` frequenti sono in genere quelli collegati alla sindrome metabolica e spesso si associano ad una maggiore probabilita` di comparsa della malattia. Tali fattori sono:

- **obesità ed iperalimentazione**, che spesso determinano insulino-resistenza, cioe` le cellule muscolari e adipose diventano meno sensibili all'azione dell'insulina.
- **mancanza di esercizio fisico**
- **ipertensione arteriosa**
- **dislipidemia**
- **assunzione di determinati farmaci**

Infine possono esserci altre cause piu` dirette nei confronti del pancreas quali lesioni traumatiche o effetti tossici che portano a forme di diabete definite “secondarie”.



## TIPOLOGIA E SINTOMATOLOGIA DEL DIABETE

La sintomatologia acuta del diabete di tipo 1 puo` essere cosi' riassunta:

- **Poliuria**: abbondante diuresi
- **Polidipsia**: aumento della sete
- **Rapido calo del peso corporeo**
- **Polifagia**: senso di fame e tendenza ad alimentarsi per compensare il calo di peso
- **Visione sfuocata** (sintomo transitorio)
- **Presenza di infezioni al momento della diagnosi**
- **Astenia** (riduzione della forza muscolare al punto che i movimenti, anche se effettivamente possibili, sono eseguiti con lentezza e con poca energia).

La sintomatologia acuta per il diabete di tipo 2 e' invece piu` sfumata, puo' mancare del tutto o puo' consistere solo in polidipsia e poliuria.

La sintomatologia cronica del diabete mellito e` essenzialmente collegata alla comparsa delle complicanze croniche. Pazienti "complicati" possono quindi presentare:

- **Retinopatia** (alterazioni oculari che possono portare a cecita` progressiva)
- **Nefropatia** (danno renale e minor capacita` di filtrazione)
- **Neuropatia** (sia somatica, in genere agli arti inferiori, con dolori soprattutto notturni, che autonoma, con alterazioni pressorie, della frequenza cardiaca e della motilita` viscerale)
- **Malattie cerebrovascolari** (es. ictus)
- **Cardiomiopatia e cardiopatie ischemiche diabetiche** (con possibilita' di infarto miocardico spesso silente)
- **Alterazioni al piede definite come "piede diabetico"** (un mix di cause vascolari, neuropatiche e posturali)

Come terapia, il diabete di tipo 1 richiede necessariamente insulina, mentre le opzioni terapeutiche nel tipo 2 possono prevedere in ogni caso una dieta adeguata e, se insufficiente,

la terapia con farmaci orali, farmaci iniettivi di tipo non insulinico ed infine anche l'insulina.

In entrambi i tipi di diabete e` comunque **necessario**:

- Migliorare il profilo metabolico del paziente attraverso una **DIETA POVERA DI ZUCCHERI SEMPLICI** in favore di quelli complessi o a basso indice glicemico.
- Fare qualsiasi **ATTIVITA' FISICA**, anche la piu` banale ma che comporti un consumo di calorie e allontani la sedentarieta`.

<b>ATTIVITÀ DOMESTICHE (30 minuti)</b>			
	<b>Adulto del peso di 60 kg</b>	<b>Adulto del peso di 70 kg</b>	<b>Adulto del peso di 90 kg</b>
Fare giardinaggio	140	173	216
Fare le pulizie domestiche	109	134	168
Giocare con i bambini	156	192	240
Praticare una moderata attività sessuale	47	58	72
Rastrellare il prato	125	154	192
Spaccare la legna	187	230	288
Spalare la neve	187	230	288

<b>GINNASTICA E ATTIVITÀ SVOLTE IN CASA (30 minuti)</b>			
	<b>Adulto del peso di 60 kg</b>	<b>Adulto del peso di 70 kg</b>	<b>Adulto del peso di 90 kg</b>
Aerobica in acqua	125	154	192
Aerobica (intensa)	218	269	336
Aerobica (moderata)	172	211	264
Bicicletta da camera (intensa)	328	403	504
Bicicletta da camera (moderata)	213	269	336
Circuit training <sup>1</sup>	250	307	384
Sollevamento pesi	94	115	144
Sollevamento pesi (intenso)	187	230	288
Step (intenso)	312	384	480
Step (moderato)	218	269	336
Vogatore da camera (intenso)	265	326	408
Vogatore da camera (moderato)	218	269	336

## L'ESERCIZIO FISICO

L'esercizio fisico è importantissimo per il mantenimento del peso corporeo e della funzionalità dell'apparato muscolo scheletrico.

L'associazione di esercizio fisico e di dieta ricopre un ruolo molto importante anche per il controllo glicemico.

L'esercizio fisico regolare permette anche di utilizzare in maniera adeguata il carico calorico spesso eccedente nell'alimentazione attuale. Sono indicati in genere esercizi di tipo aerobico, cioè quelli che prevedono un impegno fisico pari al 50-70% del consumo massimale di ossigeno e che durino almeno 30-60 minuti al d', ad esempio una camminata quotidiana di mezz'ora a passo veloce, che comporta l'utilizzo di circa 200 calorie.

I vantaggi dell'esercizio fisico quindi consistono in:

- **Aumento dell'utilizzo metabolico del glucosio**, quindi riduzione della glicemia sia a digiuno che postprandiale.
- **Aumento di massa muscolare e/o prevenzione delle perdite di muscolo** fisiologicamente associate all'età, in quanto dopo i 25 anni si perde l'1,5% di massa muscolare ogni anno.
- **Riduzione del rischio di malattie cardiovascolari.**
- Miglioramento dell'**efficienza mentale** e sensazione di benessere.
- Miglioramento del sonno

**ATTIVITÀ SVOLTE ALL'APERTO O IN PALESTRA (30 minuti)**

	Adulto del peso di 60 kg	Adulto del peso di 70 kg	Adulto del peso di 90 kg
Arrampicata su roccia (discesa)	250	307	384
Arrampicata su roccia (salita)	343	422	528
Arti marziali	312	384	480
Beach-volley	250	307	384
Bicicletta (circa 20 km/h)	250	307	384
Bicicletta (circa 25 km/h)	312	384	480
Bicicletta (mountain bike)	265	326	408
Boxe (allenamento)	281	346	432
Calcio (una partita)	281	346	432
Calcio (palleggi)	250	307	384
Camminata (circa 6 km/h)	125	154	192
Camminata (circa 7 km/h)	156	192	240
Camminata con jogging per più di 10 minuti	187	230	288
Canottaggio	156	192	240
Corsa campestre	281	346	432
Corsa (circa 8 km/h)	250	307	384
Corsa (circa 12 km/h)	390	480	600
Corsa (circa 16 km/h)	515	634	792
Equitazione	125	154	192
Frisbee	94	115	144
Ginnastica (in generale)	125	154	192
Golf	172	211	264
Nuoto	187	230	288
Palla a mano (in generale)	374	461	576
Pallacanestro (una partita)	250	307	384
Pallanuoto	312	384	480
Pallavolo (agonistica)	125	154	192
Pallavolo (non agonistica)	94	115	144
Passeggiata in montagna	187	230	288
Passeggiata con le racchette da neve	250	307	384
Pattinaggio a rotelle	218	269	336
Pattinaggio su ghiaccio	218	269	336
Salto della corda	312	384	480
Sci alpino	187	230	288
Sci di fondo	250	307	384
Sci nautico	187	230	288
Squash	312	384	480
Squash per dilettanti	218	269	336
Tennis	218	269	336

## CARBOIDRATI ALIMENTARI DI MAGGIOR CONSUMO



I carboidrati rappresentano circa il 50-70% della nostra dieta e sono la miglior fonte energetica alimentare per gli esseri umani. Anche nel diabete, contrariamente a vecchie posizioni, i carboidrati devono rappresentare almeno il 50-60% della fonte calorica alimentare, anche se e' necessario ridurre i carboidrati semplici ad almeno il 10% dell'energia totale, mentre per quanto concerne i carboidrati complessi devono sempre rappresentare almeno il 45% delle calorie giornaliere ingerite.

Le fibre dovrebbero essere introdotte nella quantita` di 35-40 gr al giorno.

I carboidrati alimentari di maggior consumo sono:

- **amido**
- **zuccheri semplici (monosaccaridi o disaccaridi)**
- **polimeri complessi "fibre"**

### **AMIDO**

L'amido e' un polisaccaride del glucosio sintetizzato dalle piante, largamente distribuito in diverse parti della pianta, ma concentrato soprattutto nei semi e nei tuberi.

Le quantita` piu` elevate di amido si trovano nelle cariossidi dei cereali e nei tuberi della patata, anche se i legumi, il nocciolame, le castagne e le banane ne contengono quantita`

significative; tra gli alimenti tecnologicamente trasformati il pane, la pasta e i vari prodotti da forno contengono quantità elevate di amido, quindi fonte di energia alimentare per l'uomo.

### **Struttura e caratteristiche chimiche**

L'amido dei cereali sono granuli poligonali di piccole dimensioni (3-25  $\mu\text{m}$  di diametro), mentre quelli delle patate e dei legumi sono più grandi (15-100  $\mu\text{m}$ ) ed ellissoidali.

Dal punto di vista chimico l'amido è costituito da una miscela eterogenea di due polimeri del glucosio, l'amilosio e l'amilopectina.

L'amilosio è un polimero lineare del glucosio in cui le singole unità, generalmente da 200 a 2000, sono legate l'una all'altra mediante un legame  $\alpha$ -1,4-glicosidico.

L'amilopectina è invece ramificata, con rami costituiti da 20-60 unità monomeriche che si innestano sulla parte lineare (simil amilosio) mediante legame  $\alpha$ -1,6-glicosidico; il grado totale di polimerizzazione dell'amilopectina è di circa 100.000 unità monomeriche.

All'interno del granulo l'amilosio assume una configurazione spaziale elicoidale a coppie parallele, mentre l'amilopectina non possiede conformazioni preferenziali fisse, per lo più al centro.

Nelle piante alimentari il rapporto tra amilosio e amilopectina è determinato dal genotipo.

Per esempio, l'amido di mais "normale" ha un contenuto di amilosio che si aggira intorno al 20-28% al pari dell'amido di altri cereali, mentre esistono cultivar di mais, di riso e di sorgo, denominati waxy ("cerosi") per il colore traslucido dei semi, il cui amido è composto quasi integralmente di amilopectina.

In alcune leguminose, come il pisello, l'amilosio è preponderante, mentre nei tuberi di patata esso è nettamente minoritario.

### **ZUCCHERI SEMPLICI**

Gli zuccheri semplici comprendono i monosaccaridi e i disaccaridi, ovvero zuccheri composti rispettivamente da una singola molecola (es glucosio) o da due molecole (es saccarosio).

Vengono chiamati semplici per la loro repentina degradazione digestiva in unità monomeriche e quindi veloce assorbimento.

Questi zuccheri vengono utilizzati per dolcificare alimenti o fornire energia in tempi brevi.

Un paziente diabetico deve ridurre drasticamente il consumo di zuccheri semplici in quanto

innalzano il livello glicemico del sangue nell'immediato.

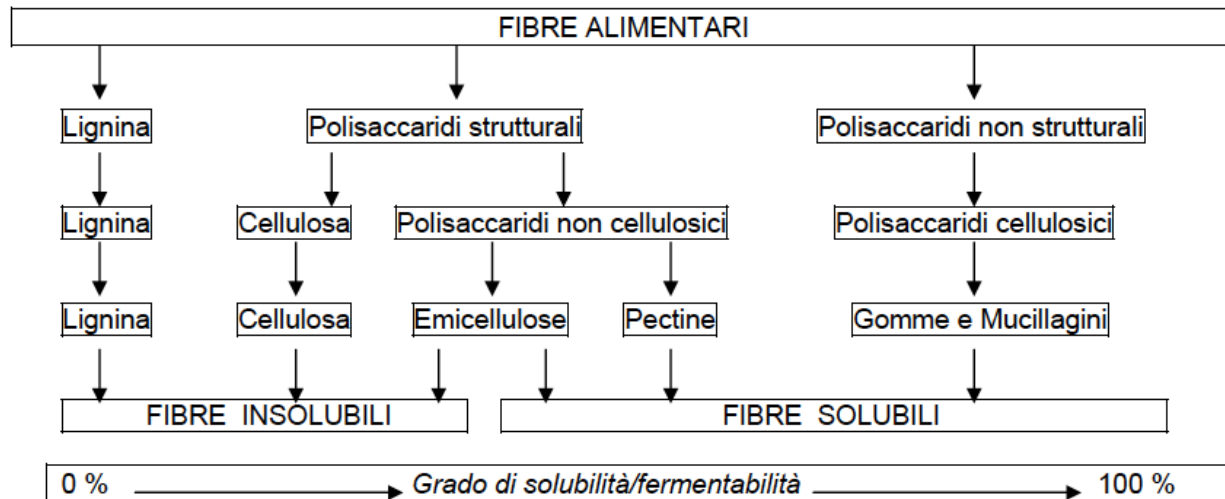
Il **fruttosio**, se ingerito in quantità minime e lontano dai pasti risulta incidere meno nella glicemia in quanto viene assorbito come tale senza essere convertito in glucosio.

Il **saccarosio** è formato dall'unione di una molecola di **a-glucosio** con una di **b-fruttosio**. La sua digestione comporta la liberazione di molecole di glucosio, quindi innalzamento glicemico.

## FIBRE ALIMENTARI E LE LORO PREBIOTICITA'

Le fibre alimentari sono macromolecole che rientrano nella categoria dei carboidrati (tranne la lignina). Risultano indigeribili per l'uomo ma possono essere metabolizzate dalla sua microflora interna promuovendo benefici fisiologici oltre che senso di sazietà.

Le fibre alimentari sono tradizionalmente consumate come materie vegetali e vengono suddivise principalmente in **due classi** di prodotti: le fibre solubili e quelle insolubili, ovvero quelle che gelificano o meno al contatto con l'acqua.



**Le fibre insolubili** risultano difficilmente o per nulla fermentabili. La loro azione benefica più importante sta nel velocizzare il transito con conseguente azione lassativa.

Le feci aumentano di volume poiché le fibre insolubili richiamano elevate quantità d'acqua, pari a 10-25 volte il peso di fibra ingerita.

Inoltre l'acqua trattenuta diluisce le sostanze tossiche presenti nelle pareti intestinali e

vengono espulse con la medesima velocità di transito.

Contribuiscono all'abbassamento della glicemia postprandiale in quanto l'organismo rileva un minor assorbimento di nutrienti causato dall'azione lassativa.

Esempi di alimenti contenenti lignina sono: frumento, verdure a radice: carote, rape, sedano; fragole, pere, prugne, pesche. Alimenti contenenti cellulosa e beta glucani: crusca, legumi, cereali integrali.

**Le fibre alimentari solubili** al contrario gelificano e rallentano lo svuotamento dello stomaco accrescendo il senso di sazietà.

Il gel che si forma risulta ideale per la fermentazione dei bifidobatteri o altre specie benefiche che acidificano, promuovendo quindi una selezione microbica nei confronti dei patogeni a livello intestinale.

Si riduce il colesterolo oltre che l'assorbimento di carboidrati alimentari.

Anche le fibre solubili contribuiscono all'abbassamento della glicemia postprandiale in quanto si allungano i tempi della digestione.

Frutta e verdura risultano ricche di fibre solubili.

Un'altra proprietà importante delle fibre in generale, è la loro capacità di legarsi con gli acidi biliari. I legami si intensificano a pH acido e diminuiscono mano a mano che il pH aumenta.

L'importanza del legame con gli acidi biliari sta nel fatto che se questi legano con le fibre, l'organismo deve produrne maggiormente e lo fa convertendo il colesterolo presente nel sangue, abbassando la colesterolemia.

Per cui è possibile nutrirsi di fibre con lo scopo di ridurre il colesterolo cercando di ingerire più fibre solubili che insolubili in modo da aumentare la durata d'azione. Sono visibili riduzioni di colesterolo ematico nell'ordine del 10-25% in poche settimane.

Le fibre alimentari che si possono incontrare maggiormente sono:

- **cellulosa**
- **pectine (frutta e verdura)**
- **beta glucani (crusca)**

La cellulosa è un polisaccaride formato da numerose molecole di glucosio legate tra loro



costituendo la parete degli organismi vegetali. Il dimero che può derivarne con legame  $\beta$ -1,4 glicosidico si chiama cellobiosio.

L'uomo non può digerire la cellulosa o il cellobiosio per mancanza dell'enzima  $\beta$ -1,4 glicosidico.

Le pectine sono catene lunghissime di acido galatturonico tenute unite da legami  $\alpha$ -1,4 glicosidici, tra queste catene è possibile trovare anche qualche monomero di galattosio e xilosio.

Risulta di difficile digestione per l'uomo spiegata la tale e vasta rete.

È di interesse alimentare in quanto è un composto che gelifica, utile come addensante soprattutto per la produzione di marmellate. Si trovano per lo più nelle pareti cellulari della frutta, in particolare nelle mele e pere.

I  $\beta$  glucani sono polimeri lineari di molecole di glucosio tenute unite da legami glicosidici  $\beta$ -1,3 e  $\beta$ -1,4. Anche i  $\beta$  glucani risultano indigeribili per l'uomo. Da un punto di vista strettamente alimentare una grande fonte di fibre di  $\beta$  glucani è rappresentata dalla crusca dei cereali.

## **INFLUENZA DEL TRATTAMENTO TERMICO NEL RAPPORTO AMILOSIO/AMILOPECTINA**

Le differenti proprietà funzionali e nutrizionali dell'amilosio e dell'amilopectina sono in gran parte dovute alle modificazioni che subisce il granulo di amido quando viene sottoposto a cottura in ambiente acquoso.

I granuli di amido si gonfiano e perdono la loro struttura cristallina.

Durante questo processo, chiamato gelatinizzazione, le catene di amilosio perdono la loro struttura elicoidale e l'amilosio si diffonde all'esterno formando un gel intorno ai granuli.

L'amido che ha subito un trattamento termico, nel momento in cui si raffredda, vedrà una composizione strutturale dell'amilosio diversa da quella iniziale. Questo fenomeno prende il nome di retrogradazione e crea strutture nuove di difficile digestione in base a test verificati in laboratorio con l'utilizzo dell'enzima  $\alpha$ -amilasi, specifico nei confronti dell'amilosio.

Per un paziente diabetico l'amilosio di nuova struttura diventa difficilmente "riconoscibile" e quindi i suoi processi digestivi metabolizzano solo l'amilopectina.

**L'amilopectina con le sue numerose ramificazioni, risulta essere la più veloce causa di innalzamento della glicemia in quanto intervengono diversi enzimi in diversi siti d'attacco rispetto all'amilosio.**

E' per tutti questi motivi che **la pasta "al dente" risulta incidere meno nella glicemia, perchè l'amilosio rimane maggiormente nella sua struttura iniziale "a protezione" dell'amilopectina** e la digestione si protrae più a lungo non causando "picchi" glicemici.

## **INDICE GLICEMICO E MANTENIMENTO DELLA GLICEMIA ENTRO LIMITI PRESTABILITI**

**La glicemia corrisponde alla concentrazione di glucosio nel torrente ematico, necessario per il mantenimento di diverse funzioni vitali.**

In una persona normale la glicemia e' di circa 70/100 mg di glucosio in 100 ml di sangue a digiuno.

Al di sotto di questi livelli si va in contro a **IPOGLICEMIA** con conseguente difficoltà nel mantenere stabili le funzioni vitali, in particolare la funzionalità e la reattività del sistema nervoso centrale. In caso di ipoglicemie gravi e prolungate, il soggetto può entrare in coma o morire nel caso di un mancato intervento terapeutico.

Al di sopra del livello di 100 mg/100 ml, invece, si va in contro a quella che i criteri più recenti e stringenti definiscono un' "alterata glicemia a digiuno", che è lieve se si mantiene tra i 100 e i 126 mg/100 ml (secondo criteri un po' meno restrittivi: tra 110 e 126 mg/100 ml), ma che, se supera 126 mg/100 ml in almeno due occasioni a digiuno, è indicativa per diagnosi di diabete mellito.

L'**IPERGLICEMIA** invece danneggia tutto ciò che viene irrorato dal sangue, ovvero apparati, organi ma soprattutto i vasi sanguigni di minor diametro, come i capillari della retina (**RETINOPATIA**), del rene (**NEFROPATIA**) e dei nervi (**NEUROPATIA**), inducendo quindi un danno vascolare definito come "microangiopatia".

Ma il diabete può alla lunga compromettere la funzionalità anche delle arterie di maggior calibro ("macroangiopatia"), tra cui anche le arterie coronariche, che se stenotiche determinano le varie forme di cardiopatia ischemica, tra cui anche infarti che spesso nei diabetici sono silenti, cioè senza sintomatologia clinica, ictus cerebri, o vasculopatia periferica.

E' possibile mantenere il livello della glicemia entro i limiti mediante dieta e/o trattamenti farmacologici.

## I FARMACI PER IL CONTROLLO GLICEMICO

I trattamenti farmacologici del diabete prevedono l'impiego di insulina, di antidiabetici orali e, più recentemente, di analoghi recettoriali di un enterormone.

L'insulina viene utilizzata nella terapia del diabete di tipo I in sostituzione dell'insulina endogena.

Esistono in commercio numerose insuline estratte dal pancreas di suini o bovini, che si distinguono in base al tempo necessario per entrare in funzione e alla durata della loro azione. Esistono preparati di insuline ad azione rapida, ad azione intermedia e ad azione prolungata. Tuttavia, le insuline di origine animale sono fuori produzione da alcuni anni, perchè attualmente nel mercato c'è l'insulina umana biosintetica, che offre il vantaggio di evitare reazioni di natura allergica che le insuline bovina e suina possono provocare. Inoltre, ora vengono usate quasi esclusivamente insuline umane modificate a livello di selettivi aminoacidi, prodotte da processi biotecnologici, che ne hanno modificato la durata di azione (molto rapida e transitoria, cioè più vicina a quella endogena, oppure di lunga durata, per garantire una concentrazione basale costante nelle 12-24 ore).

Il numero di somministrazioni quotidiane dipende dal tipo di insulina utilizzato e dal grado dell'alterazione metabolica che deve essere corretta.

I risultati migliori si ottengono con la somministrazione di tre dosi di insulina al giorno, poco prima dei tre pasti principali (colazione, pranzo, cena), associate ad una iniezione giornaliera di insulina lenta. In questo modo è più facile rimanere con livelli stabili senza complicanze diabetiche.

Quando il fabbisogno giornaliero di insulina è molto basso, è possibile ridurre a due le iniezioni, ma raramente ad una, e questo comunque solo nel diabete di tipo 2.

L'uso dell'insulina richiede l'individuazione dell'esatta quantità di ormone necessaria per ciascun diabetico, controllando i valori glicemici prima e dopo i pasti, tenendo presente che alla determinazione dei livelli di glucosio nel plasma concorrono anche la quantità di alimenti introdotti con la dieta e dell'esercizio fisico.

È importante non usare insulina in eccesso rispetto al fabbisogno per non provocare crisi

ipoglicemiche (bassi valori di glucosio nel plasma), caratterizzate da comparsa di fame intensa, cefalea, palpitazioni, disturbi visivi e, nei casi più gravi, compromissione del sistema nervoso centrale.

Gli ipoglicemizzanti orali sono farmaci che vengono utilizzati quasi esclusivamente nel trattamento del diabete di tipo 2. Si distinguono in sulfaniluree, biguanidi, glitazonici e gliptine.

#### - Le **sulfaniluree**

agiscono **stimolando la secrezione di insulina da parte delle cellule beta pancreatiche**, e possono anche aumentare il numero e la sensibilità dei recettori insulinici. Il loro uso non è privo di rischi: le sulfaniluree possono infatti provocare crisi ipoglicemiche e numerosi disturbi collaterali (cefalea, nausea, vomito, diarrea, dolori gastrici).

#### - Le **biguanidi**

presentano un diverso meccanismo d'azione: il loro effetto ipoglicemizzante è dovuto alla **capacità di potenziare l'azione dell'insulina prodotta dal pancreas**, inibendo in particolare la produzione epatica di glucosio e anche stimolando la captazione del glucosio da parte dei vari tessuti e la sua utilizzazione a scopo energetico. Il principale rischio connesso all'uso delle biguanidi è rappresentato dall'aumento della produzione di acido lattico, con possibilità di comparsa di acidosi.

#### - I **glitazonici**

sono agonisti recettoriali PPAR-gamma ed agiscono aumentando la sensibilità insulinica soprattutto a carico del tessuto adiposo e del muscolo striato. Possono determinare un aumento del grasso sottocutaneo e ponderale. Sono sconsigliati nei pazienti cardiopatici.

#### - Le **gliptine**

sono una nuova classe di farmaci che agisce stimolando/facilitando la secrezione di insulina dopo il glucosio o dopo i pasti. Non aumentano il peso corporeo e non danno ipoglicemia.

#### - L'**acarbosio**

È un inibitore delle alfa-glucosidasi intestinali e per questo meccanismo rallenta l'assorbimento del glucosio contenuto nell'amido alimentare.

L'utilizzo dei farmaci ipoglicemizzanti orali è indicato prevalentemente nel diabete di tipo 2, quando dieta e modificazioni dello stile di vita non sono sufficienti a mantenere i desiderati livelli glicemici. Occasionalmente ed in casi specifici metformina e gliptine possono essere usate anche nel diabete di tipo 1 in associazione con l'insulina.

Il loro uso deve comunque essere praticato sotto diretto controllo medico.

### **Metodi per rallentare la digestione e l'assorbimento degli amidi: l'acarbosio**

L'acarbosio è un medicinale utilizzato per migliorare l'equilibrio glicemico nel diabetico non "complicato", ma anche nella terapia dell'obesità.

A differenza delle sulfaniluree e biguanidi che intervengono strettamente in relazione con l'ormone insulinico, l'acarbosio interviene esclusivamente come inibitore delle alfa-glucosidasi intestinali.

Inibendo tali enzimi, si riduce l'assorbimento di carboidrati, con conseguente diminuzione del picco glicemico post-prandiale.

L'acarbosio promuove un minor assorbimento di carboidrati ingeriti ma può provocare effetti collaterali a livello intestinale, come meteorismo, flatulenza e diarrea in quanto un maggior numero di carboidrati rimangono disponibili per la microflora intestinale.



## L'INDICE GLICEMICO DELL'ALIMENTO E QUELLI A BASSO IG

L'indice glicemico di un alimento misura la sua capacità di liberare una certa quantità di glucosio dopo la digestione, che si esprime in un incremento della glicemia rispetto all'ingestione di un altro alimento.

Per lungo tempo si è creduto che tutti gli alimenti glucidici, a parità di quantità consumata, provocassero una risposta glicemica identica.

Dagli anni '70 ad oggi sono state fatte continue ricerche per dimostrare che diversi alimenti provocano un diverso aumento della glicemia e quindi un diverso potere glicemizzante.

Un alimento a basso IG, è un alimento che innalza lievemente la glicemia.

Oggi è possibile servirsi dell'International Table of Glycemic Index per rilevare gli alimenti "Low IG" e il valore di riferimento è il glucosio puro: 100.

- **Orzo perlato**, alimento da considerarsi al primo posto e d'obbligo per un paziente diabetico. Indice glicemico molto basso: 22.

- **Pasta integrale**, le fibre rallentano la digestione degli amidi.

- **Riso integrale**, è considerato un alimento completo e molto equilibrato per la sua raffinazione minima che non lo priva di fibre e composti proteici.

- **Riso basmati**, riso disamidato.

- **Legumi in generale**

- **Carne di maiale**, le modulazioni intestinali per le carni grasse abbassano l'IG perché prolungano la digestione, rispetto alle carni magre (avicole, selvaggina, manzo).

- **Latte delattosato o fermentato**, ridotta presenza di lattosio in alcune tipologie di latte perché idrolizzato enzimaticamente, mentre nello yogurt e formaggi il lattosio risulta fermentato dai microrganismi lattici.

- **Ortaggi, frutta e verdura** perché ricchi di fibre. Meglio evitare la banana o altri frutti ad alto contenuto di zuccheri.

- **Olio extravergine d'oliva**, condimento antiossidante e contro l'arteriosclerosi.

## COME RIDURRE L'IG DI UN ALIMENTO

Anche se un alimento risulta avere un IG medio-alto e' comunque possibile ridurlo.

Per abbassare l'IG dei prodotti amilacei e' bene non cuocerli ad oltranza in quanto il trattamento termico aumenta l'IG a causa della modificazione dell'amido che rende l'amilosio "resistente" orientando i processi digestivi alla sola amilopectina, che e' la componente dell'amido piu' facilmente scomponibile in monomeri di glucosio per il torrente ematico.

I prodotti piu' comuni contenenti amido sono i cereali, i legumi, le patate e la banana come frutto.

Legumi in scatola e patate surgelate vengono vendute con un trattamento termico industriale indotto e quindi con un'avvenuta un'alterazione dell'amido che si completa con un riscaldamento casalingo ottenendo il massimo livello statistico di IG possibile.

Per abbassare l'IG dei legumi e delle patate si puo' agire scegliendo questi prodotti allo stato "crudo" e prepararli autonomamente.

Un ulteriore modo per abbassare l'IG di un alimento e' quello di "avvolgerlo" da componenti fisicamente inaccessibili dagli enzimi digestivi come le FIBRE.

Questo avviene a livello industriale nelle aziende di produzione di pasta integrale o per la preparazione del riso integrale dove non avviene il completamento dei processi di raffinazione che portano al comune riso bianco brillato privo di ogni componente esterna presente alla raccolta.

Il pane integrale o altri prodotti da forno contenenti grossi frammenti, o addirittura cariossidi intere, di frumento, segale, avena o altri cereali, possono contenere una notevole quantita' di componenti non digeribili e quindi un abbassamento dell' IG del prodotto.

Gli alimenti in generale possono poi essere circondati da altri macronutrienti e trovarsi quindi ancora in condizioni che impediscono o rallentano l'azione degli enzimi digestivi. Ad esempio un ragu' di carne o pasta all'uovo hanno IG inferiore rispetto ad una pasta di sola farina e senza condimento.



## VALORI NUTRIZIONALI DI ALCUNI ALIMENTI “LOW IG”

Le tabelle che seguono riguardano gli alimenti a basso IG maggiormente ricercati e vengono messi in relazione con il quantitativo di calorie e fibre riferito ad una porzione canonica. Mediamente il fabbisogno calorico giornaliero per uomo e donna giovani con attività di media intensità sono rispettivamente 2000 calorie per gli uomini e 1250 calorie per le donne. Per media intensità si intende sedentarietà con esercizio fisico periodico oppure vita dinamica per tutto il giorno con leggero esercizio fisico.

### Prima colazione

La colazione è il pasto più importante, attiva il cervello dopo 7-9 ore di sonno.

L'ingestione frettolosa di bevande tipo caffè o the sono del tutto insufficienti per prevenire una caduta della glicemia a metà mattinata, perché prive di sostanze energetiche di tipo glucidico.

Alimento	Calorie	IG	Fibre (gr)	Carboidrati (gr)	Proteine (gr)	Grassi (gr)
Yogurt magro 125 ml	70	20-33	0	9,6	7,16	0,2
Yogurt da latte intero 125ml	78	51	0	5,8	4,34	4
Mela (piccola, 100gr)	48	38-54	1,3	12,76	0,27	0,13
Pera (piccola, 100gr)	58	37-53	3,1	15,46	0,38	0,12
Crusca d'avena (1 tazza)	231	70	14,5	62,25	16,26	6,6
Pane di segale (1 fetta)	47	40-60	2,8	9,32	2,09	0,67
Cereali di fibre al 35% (1 tazza)	100	40	11,6	13,3	4,6	0,66
Latte crudo – intero (224 gr)	64	<30	0	4,65	3,28	3,66
Uovo crudo (50gr)	70	<10	0	0,35	6,25	4,7

## Pranzo e cena

Valori nutrizionali post cottura	Calorie	IG	Fibre	Carboidrati	Proteine	Grassi
pesata pre cottura			(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
Orzo perlato (80gr)	100	22	3	22,57	1,8	0,35
Pasta integrale (100gr)	124	40	4,5	26,54	5,33	0,54
Pasta bianca molto al dente (100gr)	158	30-40	1,8	30,86	5,8	0,93
Pasta all'uovo (100gr)	130	50	0	23,54	5,28	1,74
Gnocchi di patate+farina (100gr)	150	52	0	33,4	2,2	0,4
Riso parboild (80gr)	100	50	0,8	20,84	2,32	0,3
Riso basmati (80gr)	105	60	0,32	22,53	2,15	0,22

## Carne e legumi

Valori nutrizionali	Calorie	IG	Fibre	Carboidrati	Proteine	Grassi
x 100gr			(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
Salsiccia in padella	339	35	0	0	20	28,36
Patate sbucciate e lessate a cubetti	78	55	3,3	17,2	2,86	0,1
Purè di patate	113	70-80	1,5	16,8	1,86	4,22
Patate fritte surgelate	166	70-100	2,3	27,5	2,51	5,13
Fagioli borlotti lessi in scatola	83	20-40	6,3	15,12	5,54	0,28
Ceci lessati in scatola	100	20-40	5,7	13,9	6,7	2,3
Lenticchie rosse in scatola	116	18-30	7,9	20,13	9,02	0,38
Piselli in scatola [+zucc semplici]	68	40	5,1	11,1	5,3	0,6
Mais dolce in scatola	98	60	1,4	19,5	3,4	1,3
Soia post trattamento idratante	122	<20	1,1	9,57	13,1	6,7

## Spuntini

Valori nutrizionali	Calorie	IG	Fibre	Carboidrati	Proteine	Grassi
x 100gr						
Pop corn (pentola)	387	55-90	14,5	77,9	13	4,5
Arachidi	600	<20	11	8,5	29	50

### Da evitare assolutamente

Un paziente diabetico deve in linea generale escludere tutti quei cibi che hanno indice glicemico vicino od oltre il valore di riferimento 100. Tali alimenti sono a base di zuccheri semplici, saccarosio e piu` raramente glucosio. Nella dieta del diabetico tali alimenti vanno in genere vietati, salvo un piccolo quantitativo concesso (comunque inferiore al 10% dell'energia totale) che potrebbe essere assunto solo dopo un pasto misto, onde attenuare l'effetto iperglicemizzante. L'effetto di tali "concessioni" va comunque verificato mediante il controllo glicemico.

Alcuni esempi di cibi di cui un diabetico si alimenta erroneamente e/o in quantita` eccessiva non conoscendone le controindicazione sono qui elencati:

- **pane bianco**
- **riso comune**
- **patate al forno**
- **bevande energetiche**
- **barrette di frutta**
- **pop corn a microonde**

## CONCLUSIONI

E' possibile affermare con sicurezza che il connubio tra attivita` fisica e una dieta a basso indice glicemico riduce la presenza di glucosio nel sangue. Questa e` gia` la risposta giusta per chi desidera allontanare la comparsa di diabete di tipo 2 o per chi necessita di mantenere la glicemia a livelli stabili a causa di una ridotta produzione di insulina o insulino-resistenza gia` in atto.

In caso di diabete mellito confermato o protratto nel tempo, il paziente non deve concedersi picchi glicemici, ma soprattutto non puo` permettersi una persistente presenza elevata di zuccheri nel sangue, pena il danneggiamento di tutto cio` che viene irrorato dal sangue.

Il maggior pericolo sta nei vasi sanguigni di minor diametro come i capillari della retina e i vasi renali, ma sono soggetti a pericolo anche le arterie coronariche e cerebrali.

L'imperativo e` mantenere la glicemia a livelli stabili, intervenendo anche con trattamenti farmacologici o iniezioni di insulina se il proprio medico lo ritiene opportuno.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Alberti Giuseppe – Alimentazione umana – Gazzanti – 1960
- Angela Colli – Le calorie – Tecniche nuove – 1999
- Anna Maria Paolucci – Universo del corpo – Amido – Treccani – 1999
- EK Hard, Ziegler – Conoscenze attuali in nutrizione – Piccin Nuova Libreria – 2002
- Helen Foster – IG – La dieta dell'indice glicemico – Corbaccio – 2007
- Luciana Piatti Podini – L'alimentazione del diabetico – G.De Vecchi – 1998
- Ministero della Salute – Retinopatia diabetica – [www.salute.gov.it](http://www.salute.gov.it)
- Nuttall FQ, Vinik AL, Jenkins – Dietary fiber in the management of diabetes – ADA – 1993
- R.Gallop – La dieta dell'indice glicemico – Red Edizioni – 2004
- Rick Mendoza – International Table of Glycemic Index – 2002
- USDA, INRAN – Valori nutrizionali – [www.usda.gov](http://www.usda.gov) e [www.inran.it](http://www.inran.it)