

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI MEDICINA

CORSO DI LAUREA IN DIETISTICA
Presidente Prof.ssa Valerie Tikhonoff

TESI DI LAUREA

**DIABETE MELLITO DI TIPO 1: VALUTAZIONE DEL
COMPENSO GLICEMICO IN PAZIENTI EFFETTUANTI CONTA DEI CHO O
UNA DIETA A CONTENUTO FISSO DI CHO, A SEGUITO DI UN
INTERVENTO DI EDUCAZIONE ALIMENTARE**

Relatore

Ch.ma Prof.ssa Annunziata Lapolla

Correlatori

Dott.ssa Silvia Pastrolin

Dott.ssa Manuela Nogara

Laureanda Giulia Carlotto

Anno accademico 2022 – 2023

INDICE

ABSTRACT	1
CAPITOLO 1: DIABETE MELLITO TIPO 1	3
1.1 Definizione	3
1.2 Criteri diagnostici	4
1.3 Eziopatogenesi	4
1.4 Epidemiologia	6
1.5 Conseguenze e complicanze	7
1.6 Trattamento	11
1.6.1 Terapia medica	11
1.6.2 Gestione dietetica	13
CAPITOLO 2: CONTROLLO GLICEMICO	15
2.1 Glicemia	15
2.2 Strumenti per il controllo della glicemia	15
2.2.1 Parametri di compenso glicemico (TIR, TAR, TBR)	17
2.2.1.2 HbA1c	19
2.3 Indice glicemico	20
2.3.1 Fattori che influenzano l'indice glicemico	21
2.4 Carico glicemico	22
CAPITOLO 3: GESTIONE DIETETICA NEL DMT1	23
3.1 Definizione di educazione alimentare	23
3.2 Educazione alimentare nel paziente diabetico di tipo 1	23
3.2.1 TMN – terapia medica nutrizionale	24
3.2.2 Standard per la composizione della dieta nel diabete di tipo 1	27
3.3 Dieta a contenuto fisso di carboidrati (liste di scambio)	31
3.4 La conta dei carboidrati	31
3.5 Dieta a basso indice glicemico	34
3.6 Dieta a basso contenuto di carboidrati	35
3.7 Impatto dei macronutrienti e IG sulla glicemia post – prandiale	37

3.7.1	Fibre	38
3.7.2	Proteine e grassi	38
3.7.3	Cereali integrali	39
3.7.4	Indice glicemico	40
CAPITOLO 4: LO STUDIO		43
4.1	Scopo dello studio	43
4.2	Materiali e metodi	44
4.2.1	Caratteristiche del campione e criteri d'inclusione	44
4.2.2	Strumenti per la raccolta e l'analisi dei dati	44
4.2.3	Il diario alimentare	45
4.2.4	Dati anamnestici, clinici e laboratoristici	45
4.3	Analisi statistica	46
4.4	Risultati	47
4.4.1	Descrizione del campione	47
4.4.2	Analisi di confronto del compenso glicemico (TIR) e dell'HbA1c tra i due gruppi	48
4.4.3	Analisi di confronto tra indice glicemico (IG), carico glicemico (GL) e quantità di fibra tra i due gruppi	49
4.4.4	Analisi della correlazione tra indice glicemico, carico glicemico, fibre e i tempi trascorsi negli intervalli (TIR, TAR e TBR) in tutti i pazienti	49
4.4.5	Analisi della correlazione tra indice glicemico, carico glicemico, fibre e HbA1c in tutti i pazienti	51
4.5	Case Report – Valutazione dell'effetto sull'andamento glicemico di pasti a base di legumi e verdure, includendo porzioni di cereali durante la giornata, prendendo in considerazione l'indice glicemico e il carico glicemico.	53
DISCUSSIONE DEI DATI		63
CONCLUSIONI		67

APPENDICE	69
BIBLIOGRAFIA	79
RINGRAZIAMENTI	91

ABSTRACT

INTRODUZIONE: Il diabete mellito di tipo 1 è una condizione metabolica caratterizzata da iperglicemia e alterazioni nel metabolismo dei nutrienti, causate da un difetto nella secrezione dell'insulina. La gestione efficace della patologia coinvolge nutrizione, attività fisica e terapia insulinica. Le linee guida nutrizionali raccomandano pasti equilibrati e salutari con un'attenzione particolare ai carboidrati, alle proteine e ai grassi, favorendo l'assunzione di alimenti ricchi di fibre e a basso indice glicemico. L'associazione tra dose di insulina e consumo di carboidrati offre flessibilità nell'alimentazione, migliorando il controllo glicemico e la qualità della vita. Pertanto, una dieta strutturata e di qualità è essenziale per ottenere risultati metabolici ottimali nel management del diabete di tipo 1.

OBIETTIVO: tramite questo studio ci si pone l'obiettivo di valutare il compenso glicemico in un campione di pazienti adulti che eseguono la conta dei carboidrati e/o seguono una dieta a contenuto fisso di carboidrati, se vi siano eventuali differenze tra la strategia di terapia medica nutrizionale e il contenuto di fibra, indice glicemico e carico glicemico della dieta individuale dei soggetti; ed esaminare la correlazione tra i tempi trascorsi negli intervalli glicemici e le variabili dietetiche, così come la correlazione con l'emoglobina glicata.

MATERIALI E METODI: Il campione oggetto di studio è composto da n. 10 soggetti adulti con diabete mellito di tipo 1, n.8 di sesso femminile e n.2 di sesso maschile, afferenti all'ambulatorio dedicato dell'UO di Diabetologia presso il Centro Socio Sanitario dei Colli in via dei Colli di Padova. I dati sono stati rilevati nel periodo tra il 2022 ed il 2023. I pazienti sono stati sottoposti ad un intervento di educazione alimentare e/o percorso per l'apprendimento della conta dei carboidrati, inoltre è stata loro richiesta la compilazione di un diario alimentare al fine di analizzare gli effettivi apporti giornalieri di nutrienti.

RISULTATI: Lo studio ha confrontato due approcci dietetici nel diabete di tipo 1: la conta dei carboidrati e una dieta a contenuto fisso di carboidrati. Non sono emerse differenze significative nel controllo glicemico tra i due gruppi. Solo l'apporto di fibre è risultato

significativamente diverso, con un maggiore consumo nel gruppo della conta dei carboidrati. Inoltre, sono state esaminate le correlazioni tra i tempi trascorsi negli intervalli di glicemia e le variabili dietetiche, senza trovare risultati statisticamente significativi. Infine, un caso studio ha esaminato l'effetto dei pasti a base di legumi e verdure su un singolo paziente, evidenziando un miglioramento del controllo metabolico e sottolineando l'importanza dell'indice glicemico e dell'apporto di fibre, come confermato dalla letteratura scientifica.

CONCLUSIONI: L'analisi dei diari alimentari suggerisce che i pasti bilanciati e basso indice glicemico sono cruciali per il controllo metabolico nel diabete di tipo 1. Tuttavia, non sono emerse differenze significative nei risultati metabolici tra i gruppi che utilizzano strategie di TMN diverse. Anche se non sono state trovate correlazioni significative tra i tempi trascorsi negli intervalli e gli indicatori dietetici, l'importanza dell'educazione alimentare è evidente, indipendentemente dall'approccio terapeutico adottato. I risultati non significativi delle analisi sono probabilmente dovuti alla scarsa numerosità campionaria.

Un'indagine su una popolazione più ampia potrebbe chiarire ulteriormente l'efficacia delle diverse strategie alimentari nel diabete di tipo 1.

CAPITOLO 1: DIABETE MELLITO TIPO 1

1.1 Definizione

Il diabete mellito viene definito come un insieme di malattie metaboliche che differiscono tra loro dal punto di vista genetico, patogenetico e clinico, caratterizzate da iperglicemia e alterazioni del metabolismo glucidico, lipidico e proteico, come risultato di un difetto di secrezione e/o azione dell'insulina sui tessuti bersaglio.

Attualmente, il diabete mellito viene classificato in 4 categorie sulla base del meccanismo patogenetico attraverso cui si genera l'iperglicemia:

- Diabete mellito di tipo 1 (legato alla distruzione delle cellule β , su base autoimmune o idiopatica, che porta ad un deficit assoluto di insulina);
- Diabete mellito di tipo 2 (dovuto a combinazione di insulino – resistenza e insulino – deficienza);
- Diabete mellito gestazionale (GDM) (definito come qualsiasi grado di intolleranza al glucosio che insorge o viene riconosciuta durante il secondo o terzo trimestre di gravidanza);
- Altri tipi di diabete:
 - o Difetti genetici delle β cellule (mutazione del fattore epatocitico 4alfa HNF4a o MODY 1, mutazione della glucochinasi o MODY 2, mutazione del fattore nucleare epatocitico 1alfa HNF1a o MODY 3, mutazione del fattore promotore dell'insulina-1 IPF1 o MODY 4, mutazione del fattore nucleare epatocitico 1beta HNF1b o MODY 5, mutazione neuro D1 o MODY 6, mutazione della lipasi carbossil-estere o MODY 7);
 - o Difetti genetici nell'azione dell'insulina (insulino – resistenza di tipo A, leprecaunismo, sindrome di Rabson – Mendenhall, diabete lipoatrofico);
 - o Malattie del pancreas esocrino (pancreatiti, neoplasie, emocromatosi, fibrosi cistica);
 - o Endocrinopatie (acromegalia, feocromocitoma, s. di Cushing, ipertiroidismo, somatostatinomi, glucagonomi, aldosteronomi);
 - o Infezioni (CMV, rosolia congenita);

- Indotto da farmaci o sostanze chimiche (Vacor, pentamidina, acido nicotinic, glucocorticoidi, ormone tiroideo, diazossido, b-Adrenergici agonisti, tiazidici, Dilantin, g-Interferone);
- Forme rare di diabete immunomediato (s. dell'uomo rigido, anticorpi anti-recettore dell'insulina);
- Altre sindromi genetiche (s. di Down, s. di Klinefelter, s. di Turner, s. di Prader – Willi).^{2 - 3}

1.2 Criteri diagnostici

Per la diagnosi di diabete mellito, quando sono presenti i sintomi tipici della patologia, quali: polidipsia, poliuria e calo ponderale, è necessario il riscontro in una sola occasione di glicemia random ≥ 200 mg/dl (indipendentemente dal digiuno).

In assenza di sintomatologia suggestiva, si può porre diagnosi di diabete con la presenza di almeno uno dei seguenti criteri, confermato in almeno due diverse occasioni:

- Glicemia a digiuno (assenza di apporto calorico per almeno 8 h) ≥ 126 mg/dl (7 mmol/l);
- Glicemia ≥ 200 mg/dl misurata 2 ore dopo un test da carico orale di glucosio (OGTT);
- HbA1c $\geq 6,5\%$ (48 mmol/mol). Il test deve essere eseguito in un laboratorio ed il dosaggio standardizzato IFCC (International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine) e tenendo conto dei fattori interferenti il dosaggio.^{3 - 4}

1.3 Eziopatogenesi

Il diabete mellito di tipo 1 (DMT1) è un disturbo che insorge come conseguenza alla distruzione cronica e autoimmune delle cellule β pancreatiche produttrici di insulina.

L'eziologia del DMT1 è multifattoriale, e i meccanismi patologici sono ad oggi ancora poco chiari.

I fattori ambientali, seppur poco definiti e la predisposizione genetica possono portare allo sviluppo della malattia. La suscettibilità a quest'ultima è determinata da circa 60 loci non HLA (human leukocyte antigen).

All'HLA di classe II sono correlate protezione e suscettibilità, infatti i polimorfismi presenti nell'MHC (Major Histocompatibility Complex) e nella regione HLA nei loci più importanti, quali, HLA – DR e HLA – DQ, determinano il rischio ereditario di DMT1.

I principali aplotipi che attribuiscono protezione al DMT1 sono DRB1*15-DQA1*01-DQB1*06:02, DRB1*14-DQA1*01-DQB1*05:03 e DRB1*07-DQA1*02:01-DQB1*03:03. Al contrario gli aplotipi HLA-DRB1*03-DQA1*05-DQB1*02 (o DR3 - DQ2) e DRB1*04-DQA1*03-DQB1*03:02 (DR4 - DQ8) sono associati alla suscettibilità.⁵

L'aumento dell'incidenza del diabete di tipo 1 tra i bambini e gli adolescenti appartenenti a popolazioni geneticamente stabili, ed una riduzione dell'età media alla diagnosi, portano a sostenere che i fattori esogeni ambientali abbiano un ruolo determinante la malattia, dal momento in cui meno del 10% dei soggetti che sono geneticamente predisposti vanno incontro all'insorgenza di diabete.⁶

La presentazione stagionale delle diagnosi di DMT1 (con il numero più basso durante l'estate) è correlata agli agenti infettivi, in particolare alle infezioni da virus, la maggior parte delle quali raggiunge il picco durante i mesi più freddi. Dalla creazione di registri d'incidenza della malattia e le variazioni stagionali si evince che il diabete presentava modelli epidemici soprattutto a seguito di alcune epidemie di enterovirus B umano (coxsackievirus B4, coxsackievirus B5)⁷ che sono stati isolati dalle isole pancreatiche di alcuni individui con diabete mellito di tipo 1 ed associati con lo sviluppo di autoanticorpi correlati al DMT1 in alcune popolazioni.⁸

Inoltre, sembra che diversi agenti virali siano implicati nello sviluppo del diabete di tipo 1, tra cui la parotite, la rosolia, il parvovirus, il rotavirus e il citomegalovirus.^{9 - 10}

- 11

Altri possibili fattori di rischio potrebbero derivare da una durata più breve dell'allattamento al seno e all'introduzione precoce nella dieta di latte vaccino e di vari alimenti, come cereali contenenti glutine, frutta e verdura, i quali possono contribuire all'aumento del rischio di sviluppare IA (autoimmunità delle isole) e/o DMT1. Al contrario, un prolungato allattamento al seno esclusivo e l'esposizione ad acidi grassi Omega 3 e vitamina D potrebbero avere un effetto protettivo contro lo sviluppo della malattia. Tuttavia, il ruolo preciso di tutti questi fattori nella patogenesi del diabete di tipo 1 rimane ancora da definire con precisione.^{5 - 12}

La complessa interazione tra fattori genetici e ambientali scatena una serie di eventi cellulari che conducono a una condizione nota come insulite. Quest'ultima si presenta con un'infiammazione locale, evidenziata dalla presenza di cellule mononucleate nelle isole pancreatiche. L'attivazione concomitante del sistema immunitario, sia a livello umorale che cellulare, è la risposta che segna l'inizio del progressivo declino delle cellule β pancreatiche, presunto risultato di un processo apoptotico.

Nel corso del tempo, il numero di queste cellule essenziali diminuisce gradualmente, fino a raggiungere un punto critico in cui il pancreas non riesce più a sostenere la produzione di insulina necessaria per il mantenimento delle normali funzioni fisiologiche dell'organismo.¹³

1.4 Epidemiologia

Sebbene il diabete di tipo 2 stia diventando sempre più comune nei bambini e negli adolescenti, a causa dell'incremento dell'obesità e del sovrappeso, il diabete di tipo 1 (DMT1) rimane la forma prevalente di diabete mellito in età giovanile. Complessivamente, si stima che ogni anno nel mondo circa 108.200 bambini di età inferiore ai 15 anni sviluppino il diabete di tipo 1 e che le persone che ne sono già affette siano 1.52 milioni.¹⁴

L'incidenza e la prevalenza del diabete di tipo 1 mostrano una notevole variabilità geografica ed etnica (figura 1.1), i valori più alti si riscontrano principalmente in Finlandia, nei paesi del Nord Europa e in Canada. In contrasto, in Asia, l'incidenza del diabete di tipo 1 è notevolmente inferiore, con tassi particolarmente bassi in Giappone, Cina (Shanghai) e Taiwan. A differenza della maggior parte delle malattie autoimmuni che colpiscono principalmente le donne, si notano differenze di genere nell'incidenza del DMT1 in alcune popolazioni. Tuttavia, negli adolescenti e nei giovani adulti, si osserva comunemente un persistente sbilanciamento verso il genere maschile nelle diverse nazioni.¹⁵

Gli ultimi dati raccolti dall'International Diabetes Federation (IDF) mostrano una crescita del 16% nella prevalenza attesa del diabete a causa dell'invecchiamento della popolazione, inoltre la prevalenza è più bassa tra gli adulti di età compresa tra 20 e 24 anni, 2,2% nel 2021 e si prevede che salirà al 24,7% nel 2045. Non sempre i paesi con il maggior numero di individui affetti da diabete presentano anche la prevalenza più elevata.

Nel 2021, i tassi comparativi più elevati di prevalenza del diabete sono stati registrati in Pakistan (30,8%), nella Polinesia francese (25,2%) e in Kuwait (24,9%).¹⁶

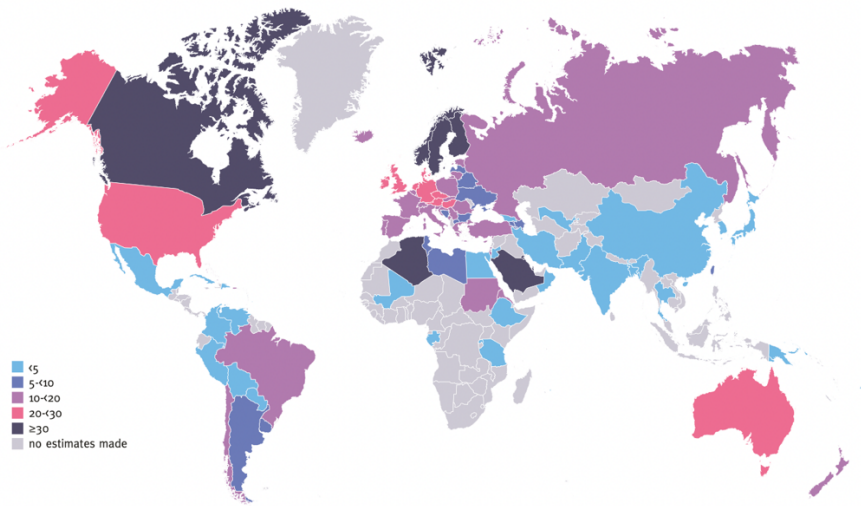


Figura 1.1 Tassi di incidenza DM1 standardizzati per età-sesso (per 100.000 abitanti all'anno) (0 - 14 anni)¹⁶

1.5 Conseguenze e complicanze

Nel trattamento del diabete insulino-dipendente di tipo 1 (DMT1), l'obiettivo primario è promuovere uno stile di vita sano e prevenire complicanze acute come l'ipoglicemia e la chetoacidosi. Allo stesso tempo, si mira al raggiungimento di un controllo metabolico adeguato al fine di ridurre il rischio di complicanze a lungo termine, sia a livello microvascolare che macrovascolare. Infatti, l'esposizione prolungata a concentrazioni elevate di glucosio nel sangue e le fluttuazioni glicemiche nel corso degli anni possono portare allo sviluppo di diverse complicanze, specialmente nei pazienti con DMT1 che generalmente si manifesta in giovane età.

Pertanto, durante l'infanzia e l'adolescenza, è di fondamentale importanza implementare una terapia adeguata al fine di assicurare un controllo ottimale della glicemia e ritardare il più possibile l'insorgenza di complicanze.

Le complicanze microvascolari che possono manifestarsi, includono la nefropatia, la retinopatia e la neuropatia.

Le cellule dell'endotelio capillare retinico, le cellule mesangiali nei glomeruli e le cellule di Schwann dei nervi periferici, a causa della loro limitata capacità di regolare il

trasporto di glucosio nella cellula, risultano vulnerabili all'elevata concentrazione extracellulare di glucosio, con conseguenti fenomeni intracellulari.

L'iperglicemia favorisce la formazione di prodotti finali della glicazione avanzata (AGEs), i quali si accumulano nella matrice extracellulare causando delle alterazioni tissutali strutturali che portano infine l'occlusione del vaso. Inoltre, vi sono dei percorsi biochimici e molecolari che contribuiscono al danno tissutale mediante l'attivazione della via delle esosamine e l'aumento del flusso di polioli, i quali aumentano la permeabilità e la pressione a livello dei piccoli vasi, con una perdita di elasticità della parete di questi ultimi, verosimilmente attraverso il rilascio di prostaglandine vasocostrittrici e una diminuzione dell'ossido nitrico con il conseguente aumento della proteina chinasi C (PKC).¹⁷

La PKC esercita un impatto significativo sulla crescita e l'apoptosi delle cellule vascolari, oltre che sulla regolazione della permeabilità, della sintesi della matrice extracellulare e della produzione di citochine. Questo fenomeno provoca una significativa alterazione dell'omeostasi vascolare ed aumenta la suscettibilità alle complicanze vascolari. In aggiunta, la PKC induce la generazione di specie reattive dell'ossigeno (ROS) nelle cellule dei vasi, le quali a loro volta inattivano l'ossido nitrico, contribuendo a perpetuare questo circolo vizioso. La combinazione di ridotta disponibilità di ossido nitrico, l'aumento della produzione di vasocostrittori e della produzione di mediatori dell'infiammazione contribuiscono ulteriormente al processo di aterosclerosi.¹⁸

La retinopatia rappresenta una delle complicanze vascolari più invalidanti poiché può arrecare danni significativi alla vista, risultando essere una delle principali cause di cecità.

In una fase iniziale, si manifesta in forma cosiddetta "non proliferativa", caratterizzata da microaneurismi nella retina ed emorragie puntiformi.

Successivamente, si verifica una progressione verso una forma più avanzata contraddistinta da emorragie ed alterazioni del calibro dei vasi venosi; infine, si sviluppa la neovascolarizzazione come risposta all'ipossia retinica, innescando la transizione verso la forma "proliferativa" che può causare emorragie del vitreo, fibrosi e distacco della retina.

Nella fase avanzata della malattia, i vasi sanguigni neoformati si estendono lungo la superficie della retina e, a causa della loro fragile struttura, sono soggetti a perdite

ematiche. Se non si interviene con successo, il sanguinamento dai vasi può diffondersi al centro dell'occhio, determinando una perdita della capacità visiva. Inoltre, il liquido può fuoriuscire al centro della macula, causando un rigonfiamento della stessa e un'alterazione della visione, noto come edema maculare, il quale può manifestarsi in qualsiasi stadio della retinopatia diabetica. ^{17 - 19}

La nefropatia diabetica è la principale causa di insufficienza renale allo stadio terminale, si manifesta nel 20 – 40% dei pazienti con DM ed è clinicamente definita come un incremento dell'eliminazione urinaria di albumina, in assenza di altre patologie renali.

²⁰

Nella fase iniziale della malattia, si osserva un incremento del filtrato glomerulare che, nel corso del tempo, subisce una graduale diminuzione, accompagnato dalla comparsa di microalbuminuria e macroalbuminuria, oltre ad un aumento della pressione arteriosa. I principali fattori di rischio per lo sviluppo della nefropatia diabetica sono: l'iperglicemia, l'ipertensione e la predisposizione genetica, a questi si aggiungono l'abitudine al fumo, gli elevati lipidi sierici e l'apporto proteico della dieta. ^{17 - 20}

Le neuropatie diabetiche costituiscono un insieme variegato di disturbi. Queste neuropatie possono manifestarsi clinicamente come processi focali o diffusi. Tra i disturbi neuropatici più comuni, troviamo la neuropatia periferica diabetica cronica sensomotoria (DPN) e la neuropatia autonoma (DAN). ¹⁷

La neuropatia periferica rappresenta la forma più comune di neuropatia legata al diabete, colpendo i nervi distali situati alle estremità degli arti, specialmente quelli dei piedi. Principalmente altera la funzione sensoriale simmetrica, causando un progressivo intorpidimento con conseguente perdita di sensibilità. ²¹ La perdita di sensibilità risulta particolarmente pericolosa poiché può far sì che le lesioni passino inosservate, aumentando così il rischio di gravi infezioni, ulcere e la comparsa della malattia del piede diabetico, la quale può richiedere interventi di amputazione significativi. ²² Le cause della DPN sono diverse, ma questa condizione è stata correlata a vari fattori di rischio, sia modificabili che non modificabili. Tra questi, rientrano il livello di iperglicemia, i profili lipidici, la pressione sanguigna e la durata del diabete. ²³

Per quanto riguarda la neuropatia autonoma, quest'ultima porta a molteplici disfunzioni, come ritardato svuotamento gastrico, alterata motilità intestinale, anomalie nello svuotamento vescicale con aumentato rischio di infezioni delle vie urinarie,

ipoglicemie inavvertite, disfunzione sessuale. I fattori di rischio legati allo sviluppo della neuropatia autonoma diabetica (DAN) includono la durata del diabete, l'età e un controllo glicemico non adeguato nel lungo periodo.^{17 – 22}

Le complicanze macrovascolari coinvolgono le carotidi, le arterie coronarie e altri importanti vasi sanguigni, aumentando significativamente il rischio di eventi cardiovascolari o cerebrovascolari acuti di 2 volte rispetto alla popolazione sana.

La malattia cerebrovascolare, la malattia coronarica, la malattia delle arterie periferiche, che rappresenta una delle principali cause di amputazioni degli arti inferiori, e l'insufficienza cardiaca congestizia sono i tipi più comuni di malattie cardiovascolari associate al diabete. Queste condizioni si manifestano attraverso una serie di ricoveri ospedalieri, eventi specifici, procedure mediche e decessi associati a sindromi coronariche acute, infarto miocardico, ictus di tipo ischemico ed emorragico, oltre ad episodi di morte improvvisa. L'iperglicemia contribuisce ad aumentare il rischio di malattie cardiovascolari mediante diversi meccanismi, tra cui processi infiammatori, l'insulino – resistenza, disfunzioni dell'endotelio e gli effetti dannosi del glucosio sul sistema microvascolare.²⁴

L'ipoglicemia rappresenta il più comune e grave effetto avverso della terapia antidiabetica. Questa complicanza, infatti, costituisce una sfida significativa al raggiungimento dei livelli glicemici target, sia in ambiente ambulatoriale che ospedaliero oltre ad essere una fonte di stress emotivo per il paziente e i suoi familiari.²⁵ I sintomi dell'ipoglicemia si distinguono in due categorie: neurogenici e neuroglicopenici, anche se sono fondamentalmente di origine neuroglicopenica. I sintomi neurogenici, come palpitazioni, tremori e ansia, si verificano a seguito dell'attivazione adrenergica mediata dalle catecolamine, mentre i sintomi colinergici, regolati dall'acetilcolina, includono sudorazione, sensazione di fame e parestesie. D'altra parte, i sintomi neuroglicopenici derivano dalla carenza di glucosio nel cervello e comprendono confusione, cefalea, stordimento, difficoltà di concentrazione, irritabilità, sensazione di calore, debolezza e affaticamento. In casi più gravi, si possono manifestare deficit cognitivi come cambiamenti comportamentali, convulsioni, coma ed infine morte.

Questi sintomi possono differire a seconda dell'età del paziente, mentre la soglia glicemica alla quale iniziano a manifestarsi è fortemente influenzata dal profilo glicemico complessivo del paziente nel lungo periodo.

La chetoacidosi diabetica è una complicanza associata al diabete, che può insorgere più frequentemente all'esordio della malattia ma anche che in seguito se il controllo glicemico non è mantenuto attraverso una terapia insulinica adeguata o se si verificano situazioni di stress, infezioni, interruzioni del trattamento, o altri fattori che possono influenzare il metabolismo.²⁶ Ipoglicemia e chetoacidosi sono delle condizioni che costituiscono un pericolo per la vita del paziente e possono influire negativamente sullo sviluppo cognitivo specialmente nei soggetti in fase di crescita, per tale motivo mantenere un buon controllo metabolico attraverso il monitoraggio glicemico, la terapia insulinica, l'attività fisica e la dieta è fondamentale.

1.6 Trattamento

1.6.1 Terapia medica

Il diabete di tipo 1 (DMT1) rappresenta una condizione cronica per la quale, attualmente, l'unica opzione terapeutica disponibile, è la somministrazione insulinica a lungo termine.

A questo scopo, ad oggi, le insuline che vengono utilizzate maggiormente sono le analoghe all'insulina umana, le quali possono essere somministrate secondo alcune tipologie di regimi. La scelta del regime insulinico da adottare dipende da una serie di fattori quali: l'età del paziente, il suo stile di vita (come il livello di attività fisica, le sue abitudini alimentari, impegni scolastici e/o lavorativi), gli obiettivi di controllo metabolico e, soprattutto, le preferenze del paziente o della famiglia.

I regimi più frequentemente utilizzati sono: il "basal – bolus" in cui l'insulina viene somministrata mediante iniezioni sottocutanee, seguendo un preciso schema di orari ed in relazione all'assunzione dei pasti, oppure l'infusione continua tramite un microinfusore.

Il regime "basal – bolus" prevede l'utilizzo di un analogo insulinico basale a lunga durata che può essere somministrato una o due volte al giorno, e la somministrazione di boli ad azione rapida o regolare prima dei tre pasti principali e degli spuntini, ma anche per correggere eventuali iperglicemie tra i pasti, inoltre permette di imitare la fisiologica secrezione di insulina.

Il dosaggio dell'insulina dipende da molti fattori, quali: peso, età, dallo sviluppo puberale e cambiamenti ormonali, durata e/o fase del diabete, sito d'iniezione, attività fisica, apporto e distribuzione nutrizionale, glicemia ed eventuale malattia intercorrente, in quanto condizioni come infezioni o altre malattie possono influenzare la glicemia e richiedere una modifica temporanea della dose.

La terapia insulinica può essere somministrata attraverso diversi metodi. Uno di essi è l'uso di siringhe da insulina o stilo – iniettori per le iniezioni multiple giornaliere (MDI) o l'utilizzo di un microinfusore per una terapia sottocutanea continuativa. Il microinfusore consente di personalizzare la terapia regolando la velocità d'infusione dell'insulina, evitando così le frequenti iniezioni.

Inoltre, esiste un'opzione aggiuntiva che coinvolge l'uso di sistemi in cui il microinfusore è collegato ad un sensore che monitora costantemente i livelli di glucosio nel tessuto sottocutaneo. Questi sistemi sono in grado di interrompere automaticamente la somministrazione di insulina se il paziente diabetico non interviene in caso di ipoglicemia, garantendo un maggiore controllo sulla gestione del diabete.²⁷

Il pancreas artificiale, noto anche come sistema sensore-microinfusore a circuito chiuso, rappresenta una prospettiva di trattamento innovativa che coniuga un monitoraggio continuo del glucosio ed una pompa per insulina attraverso l'impiego di un algoritmo di controllo. Questo sistema permette quindi una somministrazione di insulina in risposta ai livelli di glucosio (pancreas artificiale a singolo ormone), tuttavia, sono disponibili anche sistemi di pancreas artificiale a doppio ormone, che includono la possibilità di somministrare il glucagone in modo simile all'insulina.

Una somministrazione automatizzata di altri ormoni, oltre all'insulina, potrebbe essere utile per affrontare in modo più efficace l'iperglicemia postprandiale e l'ipoglicemia interprandiale. Tra questi ormoni figurano l'amilina e il glucagone, che possono contribuire ad una gestione più completa del profilo glicemico. Questo approccio allevia il carico per i pazienti attraverso la regolazione automatica della quantità di ormoni somministrati sulla base della glicemia rilevata dal sensore.^{28 - 29}

1.6.2 Gestione dietetica

La gestione nutrizionale è uno dei pilastri della cura e dell'educazione al diabete; pertanto, se combinata all'attività fisica e alla terapia insulinica, può migliorare i risultati clinici e metabolici.

Le regole nutrizionali per i pazienti diabetici non differiscono da quelle per i soggetti sani. I principi nutrizionali si basano su pasti equilibrati e sani, in cui deve essere mantenuto un adeguato rapporto tra carboidrati, proteine e lipidi e privilegiando l'assunzione di frutta, verdura, cibi contenenti fibre ed alimenti a basso indice glicemico.

30

La gestione nutrizionale del diabete si colloca all'interno di un quadro più ampio, che abbraccia la dinamica familiare, il contesto sociale circostante, le influenze dei pari, la crescente indipendenza e l'obiettivo finale di preservare la qualità della vita; per tale motivo, la partecipazione dell'intera famiglia non solo facilita l'adozione di cambiamenti positivi e rende l'adozione di scelte alimentari equilibrate un impegno condiviso, ma crea anche un ambiente sostenibile per la salute di ciascun individuo. L'abbinamento della dose di insulina con l'assunzione di carboidrati nei regimi insulinici intensivi permette una maggiore flessibilità nell'alimentazione, portando a miglioramenti significativi nel controllo glicemico e nella qualità della vita. Le routine alimentari ben strutturate e la qualità della dieta giocano un ruolo chiave nel conseguimento di risultati glicemici ottimali.³¹

CAPITOLO 2: CONTROLLO GLICEMICO

2.1 Glicemia

La glicemia è la misura concentrazione di glucosio nel sangue, e può essere espressa in milligrammi di glucosio per decilitro di sangue (mg/dL) o millimoli di glucosio per litro di sangue (mmol/L). Questo parametro è utilizzato per valutare il livello di zucchero presente nel sangue ed è essenziale per il monitoraggio e la gestione del diabete. La glicemia può variare in risposta all'assunzione di cibo, all'attività fisica e a fattori ormonali, e la sua regolazione è fondamentale per il corretto funzionamento del corpo. Un livello di glicemia stabile è importante per la salute generale e il benessere, mentre alterazioni eccessive possono indicare problemi di regolazione metabolica.

Tra gli obiettivi di cura, la glicemia a digiuno e le glicemie pre-prandiali dovrebbero essere comprese fra 80 e 130 mg/dl, la glicemia post-prandiale inferiore a 180 mg/dl. ^{32 – 33}

Questo parametro varia in continuazione durante la giornata in quanto può essere influenzato da molteplici fattori: dagli alimenti contenenti i carboidrati, dalla sedentarietà, dall'esercizio fisico e dallo sport, dallo stress e da condizioni d'infezione e/o malattia. ³⁴

2.2 Strumenti per il controllo della glicemia

L'automonitoraggio della glicemia costituisce un elemento essenziale nella gestione della terapia insulinica per i pazienti affetti da diabete di tipo 1 (DMT1), per tale motivo sono stati sviluppati diversi dispositivi che rilevano i livelli di glucosio nel sangue o nel liquido interstiziale.

L'automonitoraggio glicemico quotidiano, noto come SMBG (self – monitoring blood glucose), può essere eseguito utilizzando un glucometro. Questo strumento misura la glicemia in un campione di sangue capillare, ottenuto solitamente tramite la puntura di un polpastrello mediante un pungidito, ed applicato ad una striscia reattiva che viene poi inserita nel dispositivo. La lettura si basa sulla quantificazione di una reazione enzimatica, l'ossidazione del glucosio, mediata dall'enzima glucosio ossidasi presente nella striscia e l'intensità di questa reazione è proporzionale alla concentrazione di glucosio nel sangue.

Il limite di questo sistema risiede nella sua incapacità di rilevare tutte le variazioni glicemiche durante l'arco della giornata, poiché si basa su misurazioni puntuali. Al fine di massimizzare l'efficacia della terapia, è cruciale monitorare frequentemente i livelli di glicemia, con l'obiettivo di identificare tutte le situazioni di iperglicemia e ipoglicemia, specialmente quando si manifestano in modo asintomatico.^{35 – 36}

Per questo motivo, sono stati creati sistemi, noti anche come CGM (continuous glucose monitoring) che consentono il reporting in tempo reale dei valori del glucosio, come l'andamento delle fluttuazioni del glucosio durante il giorno, compresa la previsione ed il rilevamento di ipo ed iperglicemie, nonché l'impostazione di avvisi e allarmi che l'utente stesso può modificare.³⁷

I dispositivi di monitoraggio continuo della glicemia rilevano la concentrazione di glucosio nel liquido interstiziale sottocutaneo, impiegando anch'essi un sistema enzimatico. Questi strumenti sono tipicamente costituiti da un sensore, un trasmettitore ed un ricevitore, ad oggi, quelli maggior mente utilizzati impiegano un sensore mininvasivo costituito da una piccola canula, lunga pochi mm, la quale viene impiantata nel tessuto sottocutaneo. All'interno di quest'ultima sono presenti un elettrodo ed una matrice contenente l'enzima glucosio – ossidasi, il quale in presenza di glucosio ed ossigeno, catalizza una reazione che genera una corrente di elettroni proporzionale ai livelli di glucosio rilevati. Un algoritmo converte la differenza di potenziale in concentrazioni di glucosio e questi dati vengono poi trasmessi, ad intervalli regolari di pochi minuti, ad un sistema di registrazione e/o visualizzazione.

È importante considerare che il liquido interstiziale è in equilibrio con il sangue capillare con una latenza temporale, la quale risulta minima in situazioni di glicemia costante, ma che si allunga significativamente durante rapide variazioni glicemiche. Questo periodo di ritardo, denominato "lag time", può variare tra 5 e 20 minuti in base agli strumenti utilizzati e necessita di attenta considerazione quando si impiegano tali dati per apportare aggiustamenti terapeutici tempestivi.

Il funzionamento del sensore può avvenire in due modalità:

- Modalità retrospettiva: misura la concentrazione di glucosio nel corso di un periodo specifico; in questo caso, il dato non può essere visualizzato dal paziente, ma i dati vengono memorizzati nel dispositivo e possono essere scaricati in un

secondo momento per consentire una valutazione retrospettiva da parte del medico.

- Modalità real – time: i valori glicemici sono visibili direttamente su un monitor in tempo reale, permettendo al paziente di correggere la tendenza della glicemia.

L'utilizzo di tali dispositivi CGM, si rivela particolarmente vantaggioso soprattutto in popolazioni selezionate ad alto rischio, come gli anziani o in età pediatrica, dove contribuisce a ridurre le frequenti punture capillari, e nei pazienti con scarso controllo metabolico, o con ridotta sensibilità all'ipoglicemia. I pazienti che utilizzano i sistemi per il monitoraggio continuo del glucosio, hanno riscontrato una maggiore riduzione dell'HbA1c, nonché una diminuzione del tempo trascorso in ipoglicemia e iperglicemia, con conseguente miglioramento metabolico e minori complicazioni acute e croniche diabete – correlate. ^{37 – 38 – 39}

2.2.1 Parametri di compenso glicemico (TIR, TAR, TBR)

Il Time in Range, o "tempo nell'intervallo", è un parametro che contribuisce a valutare l'efficacia del controllo glicemico attuale quando si impiegano sistemi per il monitoraggio continuo del glucosio (CGM). Il time in range (TIR) è affiancato da altri due parametri significativi: il tempo al di sotto dell'intervallo target (TBR) ed il tempo al di sopra dell'intervallo target (TAR). L'obiettivo principale per un controllo glicemico efficace e sicuro è aumentare il TIR riducendo al contempo il TBR. I risultati ottenuti per questi parametri sono espressi come: il tempo trascorso nei vari intervalli (in minuti/ore al giorno) o come percentuale delle misurazioni quotidiane della glicemia.

Per ottenere un valore accurato del time in range, sono necessari i dati provenienti dal monitoraggio continuo del glucosio relativi a un periodo di utilizzo di almeno 10 – 14 giorni. I dati forniti dai sistemi CGM oltre a fornire i dettagli sulla durata in cui la glicemia si colloca all'interno dei diversi intervalli di glucosio quali:

- Nell'intervallo target (70 – 180 mg/dL; 3,9 – 10,0 mmol/L; TIR);
- Nell'intervallo di glucosio basso (<70 mg/dL; <3,9 mmol/L; TBR);
- Nell'intervallo iperglicemico (>180 mg/dL; >10,0 mmol/L; TAR)

possono fornire anche la variabilità glicemica, variabile che esprime la frequenza e l'ampiezza dell'oscillazione intorno alla media dei valori glicemici in un determinato arco

di tempo. Essa risulta utile nel definire l'andamento del controllo glico – metabolico, nel valutare l'efficacia della terapia, e per apportare le adeguate variazioni in modo chiaro ed adeguato a quest'ultima.

Poiché il TIR rappresenta un parametro diverso del metabolismo del glucosio rispetto all'HbA1c, in quanto si concentra sulla qualità attuale del controllo glicemico, quindi fornisce informazioni diverse rispetto all'HbA1c che riflette questo controllo del glucosio negli ultimi mesi, inoltre può essere misurato in modo significativo solo negli utilizzatori di CGM, dovrebbe essere utilizzato, dunque, come complemento e non come alternativa all'HbA1c.

In un contesto ideale, si auspica che i livelli di glucosio dei pazienti diabetici si mantengano costantemente nell'intervallo target desiderato (TIR al 100%). Tuttavia, considerando le attuali opzioni terapeutiche, un obiettivo ragionevole per il TIR potrebbe essere attorno al 70%. Per assicurare un controllo glicemico ottimale anche nel lungo termine, si consiglia di mantenere il Time Below Range (TBR) al di sotto del 4%, il Time Above Range (TAR) al di sotto del 25%, e di mirare ad un Time in Range (TIR) pari o superiore al 70%. (figura 2.1)

Questa raccomandazione si basa su studi che hanno evidenziato come valori elevati di TIR siano associati a valori più bassi di HbA1c. ^{40 – 41}

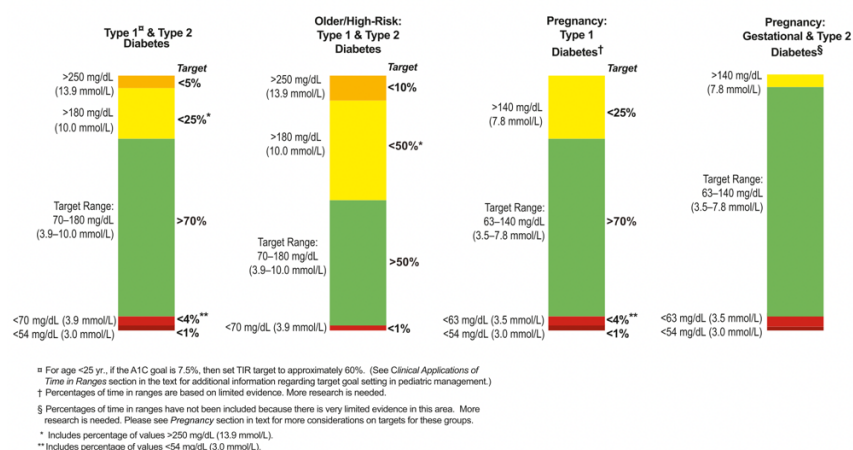


Figura 2.1 Obiettivi percentuali di tempo negli intervalli (TIR, TBR, TAR) per le diverse popolazioni di pazienti diabetici ⁴²

2.2.1.2 HbA1c

Il glucosio si lega irreversibilmente all'emoglobina mentre i globuli rossi circolano (con una vita di circa 120 giorni) formando l'emoglobina glicata (HbA1 o HbA1c). L'HbA1c rappresenta la media della glicemia delle ultime 4 – 12 settimane, ponderata verso le 4 settimane più recenti.

La valutazione dell'emoglobina glicata (HbA1c) ha acquisito una posizione di rilievo nell'ambito della diabetologia, diventando un gold standard per il controllo a lungo termine dello stato glicemico, poiché fornisce una stima del rischio di sviluppo di complicanze microvascolari nei pazienti affetti da diabete mellito. La misurazione dell'HbA1c implica la determinazione della percentuale di emoglobina glicata circolante nel sangue, ossia il residuo N-terminale glicato della catena β dell'emoglobina. Questo perché la glicazione delle proteine è associata all'insorgenza di complicanze legate al diabete.⁴³

Nonostante l'HbA1c fornisca una rappresentazione della glicemia media nel corso degli ultimi 2 – 3 mesi, la sua limitazione risiede nell'assenza di informazioni riguardo alle variazioni glicemiche acute e alle complicanze immediatamente legate all'ipo e all'iperglicemia. Ci sono voluti diversi anni per sviluppare un metodo di riferimento per la misurazione dell'HbA1c e per standardizzare e stabilire questo metodo in modo da poter ottenere risultati di misurazione affidabili e riproducibili. L'emoglobina glicosilata dev'essere misurata con metodi calibrati secondo il sistema di riferimento IFCC (International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine) e nel referto di laboratorio, a partire dal 2013 il suo valore viene regolarmente espresso in unità IFCC (mmol/mol).⁴³

I target di riferimento per i bambini, gli adolescenti e i giovani adulti (con un'età di ≤ 25 anni) affetti da diabete di tipo 1 dovrebbero essere individualizzati.

L'obiettivo di <53 mmol/mol ($<7,0\%$), è raccomandato per tutti i giovani con diabete, che hanno accesso agli analoghi dell'insulina, alle tecnologie avanzate di somministrazione di insulina e che hanno la possibilità di controllare regolarmente la glicemia e/o utilizzare CGM, ed è stato scelto con il fine di evitare complicanze microvascolari e macrovascolari a lungo termine.

Obiettivi di HbA1c più elevati, <58 mmol/mol (7,5%), sono appropriati per i pazienti con scarsa consapevolezza dell'ipoglicemia, incapaci di riconoscerne i sintomi, con storia di grave ipoglicemia, glicatori alti e/o in ambienti con risorse limitate.

Durante la fase di remissione, la "luna di miele" del diabete iniziale, ed in contesti sanitari in cui l'accesso alla tecnologia è disponibile, insieme ad un team altamente qualificato specializzato nell'educazione al diabete, si raccomanda di stabilire un obiettivo di HbA1c inferiore a 48 mmol/mol (6,5%). L'ISPAD ha mantenuto un target di HbA1c compreso tra 42 mmol/mol e meno di 53 mmol/mol, principalmente perché riflette molte popolazioni di individui con il diabete che non godono di un uguale accesso alle risorse.

44 – 45

Nei pazienti diabetici, la valutazione dell'HbA1c dovrebbe essere effettuata ogni 3 mesi, soprattutto quando non è stato raggiunto l'obiettivo terapeutico o quest'ultimo non risulta stabile nel tempo; la frequenza dell'esame però dipende dalla situazione clinica, dal tipo di terapia in atto e dal giudizio del medico curante.³

La misurazione dell'HbA1c può essere utilizzata per diagnosticare il diabete, e non solo rappresenta un parametro consolidato per valutare il controllo glicemico, ma viene anche impiegato come indicatore dell'efficacia di nuovi farmaci nell'ottimizzazione del controllo della glicemia negli studi clinici.

Non tutte le misurazioni dell'emoglobina glicata forniscono risultati che corrispondono ai valori della glicemia misurati dai pazienti stessi, una possibile spiegazione di tali discrepanze potrebbe essere rappresentata da condizioni che modificano il turnover degli eritrociti, quali emolisi, anemia cronica, emoglobinopatie, uremia, splenectomia, fibrosi cistica, emorragie, la carenza di ferro, folati e vitamina B12 e la gravidanza, e che possono essere responsabili di valori di HbA1c insolitamente abbassati o elevati.^{41 – 42 – 43 – 46}

2.3 Indice glicemico

L'*indice glicemico* (IG oppure GI Glycemic Index) è definito come: l'area incrementale della glicemia dopo l'ingestione di 50 g di carboidrati disponibili, espressa come percentuale dell'area corrispondente ottenuta in seguito all'assunzione di un alimento di riferimento (in genere glucosio o pane bianco).⁴⁷

Generalmente, secondo la scala del pane, gli alimenti sono classificati nel seguente modo in base al loro indice glicemico:

- Basso: $IG \leq 55$ (alimenti che contengono carboidrati che vengono digeriti, assorbiti e metabolizzati lentamente);
- Medio: IG compreso tra 56 e 69;
- Alto: $IG \geq 70$ (alimenti che contengono carboidrati che vengono digeriti, assorbiti e metabolizzati rapidamente).

L'indice glicemico ed il carico glicemico sono due indici importanti che valutano la qualità e la quantità degli alimenti consumati durante i pasti. I principali macronutrienti della dieta hanno un effetto diverso sui livelli di glicemia postprandiale, quindi, è importante che vengano consumati alimenti che determinano un picco glicemico più lento e costante, in quanto migliorerebbero il profilo metabolico e la sensibilità all'insulina dei soggetti diabetici.

Le diete che promuovono alimenti a basso indice glicemico garantiscono una maggiore stabilità glicemica con una riduzione dei picchi iperglicemici postprandiali che peggiorano lo stato infiammatorio di vasi e tessuti.^{48 - 49 - 50}

2.3.1 Fattori che influenzano l'indice glicemico

Un limite rilevante dell'indice glicemico (IG) risiede nella sua elevata variabilità, che può essere influenzata dai seguenti fattori:

- Il grado di maturazione e/o tempo di raccolta (es. per la frutta);
- La composizione dell'alimento ed il contenuto in fibre, grassi e proteine;
- La zona geografica di produzione (il luogo di coltivazione e raccolta);
- La varietà (ad esempio, le diverse varietà di un frutto o di un cereale hanno indici glicemici diversi);
- La tipologia di conservazione e l'essiccazione;
- Il metodo di cottura, la durata della cottura e la temperatura di consumo (la pasta al dente e la pasta leggermente scotta hanno IG diversi);
- In base al tipo ed al contenuto di amido;
- La combinazione con altri alimenti.^{51 - 52 - 53 - 54}

Va comunque ricordato che uno dei limiti dell'indice glicemico è la sua variabilità inter e intra individuale.

2.4 Carico glicemico

Il *carico glicemico* (o glycemic load – GL) esamina l'impatto totale dei carboidrati alimentari sulla glicemia postprandiale, ovvero, è un mezzo che serve per stimare di quanto la glicemia sarà elevata dopo il consumo di un alimento specifico. Per calcolare il GL di un alimento, è necessario prendere in considerazione il suo indice glicemico e la quantità di carboidrati disponibili in quell'alimento.

Il GL si basa sul GI: viene calcolato moltiplicando l'IG dell'alimento per i grammi di carboidrati presenti nell'alimento o nella porzione di un dato cibo, quindi dividendo per 100

$$GL = (GI \times (\text{g carboidrati disponibili nell'alimento o in una determinata quantità di cibo}) / 100$$

Gli alimenti sono classificati nel seguente modo in base al loro carico glicemico (GL):

- Basso: $GL \leq 10$
- Medio: $GL 11 - 19$
- Alto: $GL \geq 20$

La risposta glicemica ad un alimento è fortemente influenzata non solo dalla qualità, ma anche dalla quantità di carboidrati presenti; pertanto, maggiore è il carico glicemico, maggiore è il conseguente innalzamento della glicemia.

È importante prendere in considerazione l'indice glicemico per la scelta degli alimenti ricchi in carboidrati, ed adottare uno stile alimentare che comprenda prevalentemente alimenti a basso indice e carico glicemico diventa essenziale per favorire un migliore controllo metabolico. ^{53 – 54 – 55}

CAPITOLO 3: GESTIONE DIETETICA NEL DMT1

3.1 Definizione di educazione alimentare

Quando si parla di "educazione alimentare" si fa riferimento a qualsiasi attività di apprendimento pensata per stimolare l'adozione volontaria di comportamenti alimentari che consentano di raggiungere uno stato di salute e di benessere.⁵⁶

È stato infatti visto in diversi studi come, nella popolazione generale, esista un'associazione positiva tra conoscenze nutrizionali e comportamento alimentare, sebbene la forza di questa correlazione vari da studio a studio, probabilmente a causa dell'eterogeneità delle popolazioni prese in esame.⁵⁷

Per essere veramente efficace, l'educazione alimentare richiede un approccio molto più ampio rispetto alla semplice divulgazione di informazioni. L'educazione nutrizionale dovrebbe considerare le preferenze alimentari, i fattori ambientali, e tutti quei fattori legati alla persona come le credenze, le percezioni, gli atteggiamenti, i significati e le norme sociali.⁵⁸

3.2 Educazione alimentare nel paziente diabetico di tipo 1

Calando il concetto di educazione alimentare nella gestione nutrizionale del diabete, le principali linee guida dell'ADA (*American diabetes association*) e della SID (*Società italiana di diabetologia*) sostengono che la terapia medica nutrizionale (MNT) è fondamentale nel piano generale di gestione del diabete e che la necessità della MNT dovrebbe essere rivalutata frequentemente dagli operatori sanitari che collaborano con i soggetti diabetici durante tutto l'arco della vita, con particolare attenzione durante i periodi di cambiamento dello stato di salute e delle fasi della vita.⁵⁹

Nel diabete, l'educazione alimentare riveste infatti un ruolo essenziale, in quanto mira ai principi di un'alimentazione sana, al controllo glicemico, alla riduzione dei fattori di rischio cardiovascolare, al mantenimento del benessere psicosociale e delle dinamiche familiari.³¹

3.2.1 TMN – terapia medica nutrizionale

La National Academy of Medicine definisce la terapia nutrizionale come l'approccio terapeutico volto a trattare una malattia o una condizione mediante la modifica dell'assunzione di nutrienti o l'apporto di alimenti integrali. Elementi fondamentali della Terapia Medica Nutrizionale includono la valutazione, la diagnosi nutrizionale, le azioni (quali educazione e consulenza) e la supervisione costante mediante follow-up per sostenere le modifiche nello stile di vita a lungo termine, valutare i progressi ed adattare le azioni secondo le necessità. Gli obiettivi della terapia nutrizionale:

- Favorire e sostenere modelli alimentari salutari, enfatizzando la diversificazione degli alimenti ricchi di nutrienti nelle porzioni adeguate, al fine di migliorare il benessere generale ed in particolare per:
 - Ottimizzare l'HbA1c, la pressione arteriosa e i livelli di colesterolo (considerando le variazioni individuali basate sull'età, la durata del diabete, la storia clinica e altre condizioni di salute);
 - Raggiungere e mantenere un peso corporeo salutare;
 - Ritardare e/o prevenire le complicanze legate al diabete.
- Affrontare le esigenze nutrizionali individuali in base alle preferenze e tradizioni alimentari personali e culturali, al livello di alfabetizzazione sanitaria e matematica, all'accessibilità a scelte alimentari salutari, alla volontà e alla capacità di apportare cambiamenti comportamentali, nonché al superamento degli ostacoli al cambiamento;
- Mantenere il piacere di mangiare mediante comunicazioni positive sulle scelte alimentari, e le limitazioni alimentari basate su evidenza scientifica solo quando necessario;
- Fornire strumenti pratici per la pianificazione quotidiana dei pasti ai soggetti diabetici.

La *terapia medica nutrizionale* (TMN) assume un ruolo fondamentale nella prevenzione e nel trattamento del Diabete Mellito, per questo deve essere considerata una componente indispensabile e non trascurabile nella strategia per il controllo metabolico ottimale del paziente con diabete.

Studi significativi, come il Diabetes Control and Complication Trial (DCCT) negli Stati Uniti, hanno evidenziato che, insieme alla terapia farmacologica ed educativa, un regime alimentare appropriato costituisce una vera e propria forma di trattamento. Un regime alimentare adeguato è essenziale per raggiungere e mantenere un equilibrio metabolico ottimale, riducendo il rischio cardiovascolare e prevenendo efficacemente le complicanze vascolari associate al diabete. La tradizionale "dieta per diabetici", impostata con regole rigide sull'assunzione di carboidrati, oggi richiede un approccio più individualizzato e calibrato, che deve considerare variabili come gli obiettivi glicemici, il livello di controllo metabolico, i livelli lipidici, la funzionalità renale, il tipo di terapia farmacologica anti-iperglicemizzante e, non da ultimo, il contesto sociale del paziente diabetico.⁵⁹

È consigliabile che le persone affette da diabete di tipo 1 ricevano una terapia medica nutrizionale (MNT) specificamente adattata alle loro esigenze da parte di professionisti qualificati, come medici o dietisti, che fanno parte del team diabetologico.

Le strategie di Terapia Medica Nutrizionale mirano a favorire uno stile di vita più sano, incoraggiando la selezione di alimenti salutari e l'adozione di un regime di attività fisica regolare. Questi approcci possono essere suddivisi in due livelli: il livello base, che rappresenta l'approccio iniziale, e il livello avanzato, che costituisce un approfondimento delle strategie di gestione.

Il livello base dell'approccio nutrizionale, spesso condotto tramite programmi educativi di gruppo, per massimizzare l'efficacia dell'intervento, può essere attuato utilizzando criteri qualitativi senza la necessità di pesare o misurare accuratamente gli alimenti, seguendo le Linee Guida per una sana alimentazione italiana o utilizzando un approccio semi – quantitativo, come la piramide alimentare con indicazioni sulle scelte giornaliere per ciascun gruppo alimentare.

Molti pazienti ottengono risultati positivi seguendo i consigli nutrizionali di base e non richiedono un piano nutrizionale dettagliato.

La decisione di passare ad un intervento nutrizionale più approfondito dipende spesso dal livello di istruzione del paziente.

Tuttavia, molte persone con un alto livello culturale potrebbero preferire informazioni di base, potrebbero non avere il tempo necessario per seguire un piano

nutrizionale più complesso o potrebbero non averne nemmeno bisogno per raggiungere i loro obiettivi di salute.

Le strategie avanzate di Terapia Medica Nutrizionale possono essere categorizzate in tre principali metodi:

- La dieta personalizzata, prescritta in base alle specifiche esigenze del paziente;
- Le liste di scambio, che aiutano a gestire l'apporto di nutrienti attraverso la sostituzione di alimenti con valori nutrizionali simili;
- I metodi di counting, che includono il monitoraggio dei carboidrati consumati.

Il processo della dieta prescrittiva personalizzata si articola in tre fasi:

1. Valutazione completa dell'alimentazione abituale per comprendere le abitudini e i gusti alimentari del paziente;
2. Identificazione degli alimenti specifici graditi dal paziente e inclusione di scelte legate alla tradizione o alla religione;
3. Trasformazione dei cibi consumati abitualmente in porzioni all'interno liste di scambio.

Questo approccio al menù pianificato mira a mostrare al paziente che non è necessario stravolgere completamente le proprie abitudini alimentari, ma piuttosto apportare alcune variazioni per migliorare il controllo della glicemia. Se i pazienti mantengono abitudini alimentari costanti, questo approccio può essere efficace nel lungo periodo. Tuttavia, il principale svantaggio è la scarsa flessibilità: molti pazienti trovano i menù individualizzati poco flessibili, troppo restrittivi e monotoni, rendendo difficile seguirli nella pratica quotidiana.

L'obiettivo delle liste di scambio è quello di essere uno strumento educativo per garantire uniformità nell'assunzione dei nutrienti, includendo una vasta varietà di alimenti nel piano alimentare.

In pratica, i cibi sono stati suddivisi in tre gruppi principali con sottoliste: carboidrati (cereali, frutta, verdura e latticini), carne e sostituti della carne (carni magre, a medio contenuto di grassi, grasse) e grassi. L'utilizzo delle liste di scambio contribuisce a garantire un apporto costante di nutrienti, mantenendo nel contempo la necessaria varietà e flessibilità nella dieta.

Nelle persone con diabete di tipo 1, le liste di scambio possono essere utilizzate in combinazione con una terapia insulinica intensificata, poiché consentono di focalizzarsi sulla quantità di carboidrati presenti nei cibi, consentendo ai pazienti di calcolare ed applicare il rapporto insulina/carboidrati.⁶⁰

L'implementazione di programmi di educazione nutrizionale mirati si traduce in una gestione più efficace della glicemia ed in un minore rischio di ospedalizzazione per coloro che vivono con il diabete di tipo 1. La Terapia Medica Nutrizionale assume un ruolo fondamentale in questo contesto, consentendo di adattare la terapia insulinica all'apporto di nutrienti e garantendo un controllo ottimale del glucosio nel sangue.^{61 - 62}

3.2.2 Standard per la composizione della dieta nel diabete di tipo 1

Le raccomandazioni nutrizionali generali sulla composizione della dieta in macronutrienti nelle persone con diabete di tipo 1 non differiscono da quelle della popolazione generale.

La glicemia dopo i pasti dipende principalmente dalla quantità e dal tipo di carboidrati (CHO) consumati. Tuttavia, non esistono prove scientifiche che supportino una raccomandazione universale di quantità ideale di carboidrati per tutti i pazienti diabetici.

L'apporto di carboidrati può differire a seconda delle abitudini alimentari individuali e delle tradizioni, e dovrebbe essere bilanciata con il consumo di grassi e proteine nell'intervallo compreso tra il 45% e il 60% dell'energia totale, mantenendo comunque un apporto minimo di 130 g al giorno, determinato in parte dal fabbisogno di glucosio del cervello.^{63 - 64}

A condizione che i carboidrati provengano principalmente da alimenti con un basso indice glicemico (come pasta, legumi e riso parboiled) e/o da alimenti ricchi in fibre solubili (come legumi, frutta, e verdura), si può consigliare un'assunzione fino al 60% dell'energia totale, si consiglia invece di limitare l'assunzione di carboidrati nei pazienti con un controllo glicemico non ottimale e/o con livelli elevati di trigliceridi nel sangue. Qualora non fosse possibile ridurre l'apporto di carboidrati, è utile consumare principalmente alimenti ricchi in fibre idrosolubili e a basso indice glicemico, in tali circostanze, è opportuno limitare l'assunzione di carboidrati in modo da non superare il 45% dell'energia totale giornaliera. È ammesso un moderato consumo di zuccheri

semplici (saccarosio) fino al 10% dell'apporto calorico totale, preferibilmente durante i pasti e come parte della quantità giornaliera di calorie e carboidrati. Considerando che un consumo maggiore può peggiorare il controllo della glicemia, le bevande contenenti saccarosio o glucosio non sono raccomandate, tranne che in situazioni di ipoglicemia acuta.^{65 – 66}

Le attuali raccomandazioni nutrizionali, secondo le principali società scientifiche nazionali e internazionali, riguardanti il contenuto proteico raccomandato nella dieta per i pazienti diabetici senza nefropatia conclamata sono in linea con quelle per la popolazione generale. Il fabbisogno minimo di proteine, sia per individui sani che per quelli affetti da diabete, è generalmente stabilito a 0.8 grammi di proteine di alta qualità per chilogrammo di peso corporeo al giorno. Alimenti come pollame, carne, pesce, uova, latticini e soia sono fonti di proteine di alta qualità, invece, cereali, legumi, frutta secca e vegetali forniscono proteine di qualità inferiore.

Secondo le linee guida dell'EASD (European Association for the Study of Diabetes), la quantità totale di proteine nei pazienti diabetici di età inferiore ai 65 anni senza segni di nefropatia dovrebbe rappresentare il 10 – 20% dell'energia totale giornaliera, mentre per le persone di età pari o superiore a 65 anni si raccomandano assunzioni più elevate (15-20% di energia totale).⁶⁷ Anche l'ADA (American Diabetes Association) non indica restrizioni significative per l'assunzione proteica nei pazienti diabetici senza nefropatia. Tuttavia, in pratica, l'introito proteico nei pazienti diabetici si attesta tra il 10 – 15% nelle popolazioni che seguono prevalentemente la dieta mediterranea ed intorno al 15% delle calorie totali negli Stati Uniti.^{68 – 69}

Per quanto riguarda i pazienti diabetici con nefropatia, le raccomandazioni specifiche variano. Nell'ambito del diabete di tipo 1 con nefropatia conclamata, si consiglia un'assunzione proteica di circa 0.8 g/kg di peso corporeo al giorno, mentre nel diabete di tipo 1 con nefropatia incipiente evidenziata da microalbuminuria, non ci sono indicazioni specifiche. Qualora vi fosse una progressione nel deterioramento della funzione renale nonostante l'ottimizzazione del controllo metabolico e della pressione arteriosa, l'uso di ACE inibitori e di ARB, si può considerare una riduzione dell'apporto proteico fino a 0.6 g/kg di peso corporeo al giorno.⁷⁰ In generale, si raccomanda un introito proteico tra 0.8 e 1.0 g/kg di peso corporeo al giorno per i pazienti diabetici con

grado iniziale di nefropatia, mentre per quelli con nefropatia conclamata l'assunzione proteica non dovrebbe superare i 0.8 g/kg al giorno.

Le linee guida dietetiche per i pazienti diabetici pongono particolare enfasi sulla limitazione degli acidi grassi saturi e trans, principali responsabili dell'aumento del colesterolo LDL nel sangue, al fine di ridurre il rischio cardiovascolare. Poiché i diabetici hanno un rischio maggiore di problemi cardiovascolari, è fondamentale ridurre l'assunzione di grassi nella loro dieta. È stato dimostrato che la riduzione del colesterolo nel sangue ha effetti positivi sulla prevenzione delle malattie cardiovascolari, soprattutto in questa popolazione. Si consiglia di limitare l'assunzione di grassi nella dieta al 35% delle calorie totali giornaliere; ad ogni modo, per le persone obese, è preferibile ridurre questa percentuale al 30% per favorire il calo ponderale.

Si raccomanda di limitare l'assunzione di grassi saturi al di sotto del 10% delle calorie totali giornaliere. Inoltre, per i pazienti con livelli elevati di colesterolo LDL, è consigliabile ridurre ulteriormente l'assunzione di grassi saturi al di sotto del 8%, in quanto questi ultimi possono aumentare il livello di grassi nel sangue dopo i pasti, allo stesso tempo, un'eccessiva assunzione di grassi trans può portare a un aumento del profilo lipidico nei diabetici, aumentando anche il rischio di sviluppare il diabete in individui a rischio.^{71 – 72}

Sostituire i grassi saturi con quelli monoinsaturi, come l'acido oleico, comporta benefici significativi per la salute cardiovascolare. Questa sostituzione non solo influisce positivamente sulla quantità di lipidi nel sangue, ma anche sulla composizione delle lipoproteine, riducendo le particelle di LDL più piccole, che sono più suscettibili all'ossidazione.

I grassi monoinsaturi dovrebbero costituire una parte equilibrata della dieta, fino al 10 – 20% delle calorie totali, garantendo nel contempo che l'assunzione totale di grassi non superi il 35% delle calorie giornaliere.^{73 – 74}

Anche la sostituzione degli acidi grassi saturi con quelli polinsaturi ha effetti positivi sulla salute cardiaca e metabolica, migliorando il profilo lipidico oltre che la sensibilità insulinica. È importante mantenere sotto controllo l'assunzione di acido linoleico, un acido grasso polinsaturo omega – 6, poiché un eccesso potrebbe aumentare la perossidazione lipidica. Pertanto, si consiglia di mantenerne l'apporto al di sotto del

10%. Gli alimenti ricchi di omega – 6 includono alcuni legumi, frutta secca e oli vegetali di semi. ⁷⁵

Benché se non vi sono evidenze sufficienti per raccomandare la supplementazione con omega – 3 per migliorare la sensibilità insulinica nei pazienti diabetici, è comunque consigliabile incrementare l'apporto di omega – 3 attraverso il consumo di pesce e alimenti vegetali ricchi di questo nutriente. ⁷⁶

Infine, per i pazienti diabetici, l'assunzione giornaliera di colesterolo dovrebbe essere inferiore a 300 mg, con una riduzione ulteriore raccomandata a meno di 200 mg al giorno per coloro con livelli elevati di colesterolo nel sangue.

Una dieta ricca di fibre è consigliata ai soggetti diabetici poiché può apportare diversi benefici, tra cui il miglioramento del controllo della glicemia e la riduzione dei livelli di colesterolo totale e LDL, contribuendo così a diminuire il rischio di complicanze cardiovascolari e a mantenere un peso corporeo sano.

Secondo gli standard italiani del 2018 per la cura del Diabete Mellito, si raccomanda un'assunzione di fibre superiore a 40 grammi al giorno, oppure 20 grammi ogni 1000 calorie giornaliere, principalmente di tipo solubile, proveniente da fonti come frutta, verdura e legumi. ³

Studi indicano che un elevato consumo di fibre, intorno ai 50 grammi al giorno, può ridurre i livelli di zucchero nel sangue nei pazienti con diabete di tipo 1 e migliorare la glicemia, l'insulinemia e la lipemia nei pazienti con diabete di tipo 2. ⁷⁷

Le linee guida dell'American Association of Clinical Endocrinologists suggeriscono un'assunzione elevata di fibre, con raccomandazioni che vanno da 25 a 50 grammi al giorno in totale o tra 15 e 25 grammi ogni 1000 calorie consumate. Tuttavia, è difficile raggiungere tali quantità di fibre nella pratica quotidiana, per tale motivo l'American Diabetic Association e l'American Dietetic Association suggeriscono invece un'assunzione di fibre pari a quella raccomandata per la popolazione generale, che è di circa 14 grammi ogni 1000 calorie consumate. ⁷⁸

3.3 Dieta a contenuto fisso di carboidrati (liste di scambio)

Uno schema dietetico personalizzato è un metodo pratico e vantaggioso a lungo termine, per i pazienti con abitudini alimentari stabili, soprattutto se basato sull'utilizzo di liste di scambio. Considerando che molte persone potrebbero trovare difficile seguire un piano alimentare rigido e monotono, l'uso delle liste di scambio mira a garantire una maggiore varietà e flessibilità nella dieta, permettendo una selezione più ampia di alimenti mentre si mantiene un equilibrio nell'assunzione dei nutrienti.

Negli anni '50, l'American Dietetic Association, l'American Diabetes Association e il Servizio Sanitario Pubblico degli Stati Uniti collaborarono per creare le prime liste di scambio destinate alla pianificazione dietetica delle persone con diabete. Queste liste raggruppavano gli alimenti in sei categorie principali: pane e amidi, carne e sostituti della carne, verdure, frutta, latte e latticini, grassi.

Ogni categoria conteneva alimenti con valori nutrizionali simili, considerando il contenuto calorico, di carboidrati, proteine e grassi. Di conseguenza, gli alimenti all'interno della stessa categoria potevano essere scambiati tra loro. Con il tempo, queste liste sono state suddivise in tre gruppi principali, ciascuno con delle sottoliste specifiche.

Il primo gruppo comprendeva i carboidrati, che a loro volta erano suddivisi in sottoliste per cereali, frutta, verdure e latte. Il secondo gruppo era costituito da carne e sostituti della carne, con sottoliste per carni molto magre, magre, a medio contenuto di grassi e ad alto contenuto di grassi. Il terzo gruppo riguardava i grassi.

Questa organizzazione permette ai pazienti di selezionare alimenti sostitutivi all'interno della stessa categoria, facilitando così la pianificazione di pasti equilibrati e variati in linea con le proprie esigenze nutrizionali, e l'adattamento della dose d'insulina solo in base ai valori della glicemia, all'esercizio fisico e allo stress.^{79 - 80}

3.4 La conta dei carboidrati

Il conteggio dei carboidrati si conferma come un elemento fondamentale della Terapia Medica Nutrizionale nel trattamento del diabete mellito e questa strategia si è dimostrata altamente efficace nel controllo glicemico dei pazienti diabetici sottoposti a terapia insulinica intensiva. Studi significativi, come il DCCT (Diabetes Control and Complication Trial Research Group), hanno evidenziato i benefici del conteggio dei

carboidrati nel migliorare il controllo metabolico e nella riduzione dell'emoglobina glicata (HbA1c).

Questo approccio consente ai pazienti di modificare la propria dieta in modo ragionato, apportando variazioni alla terapia insulinica senza compromettere l'equilibrio metabolico.⁸¹⁻⁸²

Nel 2002, lo studio Training in flexible, intensive insulin management to enable dietary freedom in people with type 1 diabetes: dose adjustment for normal eating (DAFNE) randomised controlled trial ha confermato l'importanza dell'addestramento alla terapia insulinica intensiva, evidenziando l'efficacia del conteggio dei carboidrati nel migliorare il controllo glicemico. Inoltre, ha enfatizzato l'importanza della flessibilità dietetica rispetto ai rigidi schemi alimentari associati alla terapia insulinica convenzionale.

La possibilità di scegliere liberamente gli alimenti e di adattare la terapia insulinica, di conseguenza ha un impatto positivo sulla qualità della vita e sul benessere generale dei pazienti con diabete di tipo 1, senza aumentare il rischio cardiovascolare o di ipoglicemia.⁸³

Il conteggio dei carboidrati trova la sua massima utilità nell'ambito della terapia insulinica intensiva e nell'impiego dei microinfusori. Questa tecnologia offre notevoli benefici in termini di controllo preciso dei livelli di glucosio nel sangue e di maggiore libertà per i pazienti affetti da diabete di tipo 1, indipendentemente dall'età.

È importante, però, valutare attentamente l'opportunità di adottare questa metodologia caso per caso, tenendo conto delle specifiche esigenze e delle caratteristiche individuali di ciascun paziente.

A livello internazionale, sono stati identificati due livelli di conteggio dei carboidrati con obiettivi di apprendimento differenziati e complessità crescente: un livello base e uno avanzato.⁸⁴

Il conteggio base dei carboidrati (BCC) implica la comprensione della relazione tra alimentazione, attività fisica e livelli di glucosio nel sangue, con particolare attenzione alla coerenza nei tempi, alla tipologia, alle quantità e alla distribuzione degli alimenti contenenti carboidrati consumati.⁸⁵

Il conteggio avanzato dei carboidrati (ACC) è rivolto ai pazienti che hanno acquisito padronanza del BCC e sono sottoposti a terapia insulinica intensiva, pronti ad apprendere come regolare l'insulina in base all'assunzione di carboidrati.

Ricerche sistematiche e meta-analisi di studi randomizzati e controllati (RCT) hanno dimostrato che l'ACC può ridurre l'HbA1c fino a 7 mmol/mol negli adulti con diabete di tipo 1 scarsamente controllato.⁸⁶⁻⁸⁷

I pazienti con diabete di tipo 1 trattati con terapia insulinica multi-dose dovrebbero essere in grado di gestire accuratamente due fasi di calcolo durante l'utilizzo del conteggio dei carboidrati.

Queste fasi includono il corretto calcolo del totale dei carboidrati in ogni pasto, basato sulle dimensioni delle porzioni di ciascun alimento contenente carboidrati (equivalente al BCC), e il calcolo preciso della dose di insulina in base alla quantità di carboidrati consumati, utilizzando un rapporto insulina / carboidrati, un fattore di sensibilità all'insulina e i livelli attuali e desiderati di glucosio nel sangue (equivalente all'ACC).

Questo processo richiede una buona comprensione delle abilità matematiche e di calcolo, poiché viene eseguito più volte al giorno.

Studi recenti indicano che una scarsa alfabetizzazione e competenza matematica sono associate a una stima imprecisa delle dimensioni delle porzioni, una comprensione limitata delle etichette alimentari, una gestione inadeguata del diabete, un controllo glicemico inferiore e un aumento dell'indice di massa corporea.⁸⁸

Inoltre, i pazienti con diabete spesso valutano erroneamente l'apporto di carboidrati di ciò che consumano, il che può influenzare negativamente il loro controllo glicemico. Porzioni di cibo miste, ad alto contenuto calorico o più abbondanti possono portare a una stima imprecisa dei carboidrati.⁸⁹⁻⁹⁰

È stato dimostrato che la sottovalutazione dei pasti ricchi di carboidrati è correlata a una maggiore variabilità giornaliera dei livelli di glucosio nel sangue negli adulti con diabete di tipo 1.

Pertanto, valutare e migliorare le abilità matematiche è essenziale per garantire che i programmi educativi nutrizionali siano accessibili anche ai pazienti con livelli di alfabetizzazione e competenza matematica più bassi, attraverso l'uso di esercizi e materiali didattici mirati o attraverso un apprendimento pratico.⁹¹⁻⁹²

Negli ultimi anni, sono emerse nuove tecnologie, come le applicazioni per smartphone, progettate per semplificare il conteggio dei carboidrati e assistere coloro che potrebbero avere difficoltà con la matematica.

Tuttavia, è importante sottolineare che nessun dispositivo tecnologico può sostituire la capacità dei pazienti di valutare accuratamente il contenuto di carboidrati nei diversi pasti, soprattutto quelli misti, ovvero, composti da una varietà di alimenti.⁹³

Inoltre, l'approccio avanzato al conteggio dei carboidrati (ACC) potrebbe non essere adatto a tutti i pazienti con diabete di tipo 1 che utilizzano la terapia insulinica multi-dose, a causa di potenziali ostacoli individuali, come bassi livelli di istruzione, limitate competenze matematiche o la mancanza di motivazione.⁹⁴

Altri fattori che possono complicare l'adozione di questo approccio includono la mancanza di contesti educativi adeguati per favorire il cambiamento comportamentale e la disponibilità limitata di dietisti qualificati, per fornire supporto e guida durante il processo di apprendimento.⁹⁵⁻⁹⁶

Un recente studio randomizzato e controllato volto a studiare l'impatto del conteggio dei carboidrati rispetto ad un piano alimentare standardizzato sul controllo glicemico, sulla qualità della vita e sul disagio emotivo correlato al diabete nei bambini con diabete mellito di tipo 1 ha dimostrato che i pazienti nel gruppo che contava i carboidrati mostravano punteggi inferiori di disagio del diabete e meno burnout emotivo rispetto a coloro che hanno seguito un piano alimentare fisso, per un periodo di 6 mesi, sebbene il controllo glicemico complessivo fosse paragonabile tra i gruppi.⁹⁷

3.5 Dieta a basso indice glicemico

Una dieta a basso indice glicemico si basa principalmente su alimenti ricchi di carboidrati, ma privilegia il consumo di legumi, cereali integrali come avena, orzo e segale, e versioni a basso indice glicemico di alimenti comuni come pane, riso, pasta, frutta e verdura. Questo tipo di dieta si può ottenere sostituendo gradualmente gli alimenti ad alto indice glicemico con alternative a basso indice glicemico. Ad esempio, preferire il riso basmati al posto del riso a chicco corto, il semolino, porridge o muesli ai cereali trasformati, e patata dolce invece della patata bianca. Scegliere pane integrale, di segale o a lievitazione naturale anziché il pane bianco può significativamente abbassare l'indice

glicemico complessivo della dieta. Anche la pasta può essere scelta in versioni a basso indice glicemico.

Effettuare queste sostituzioni gradualmente consente di integrare questi alimenti a basso indice glicemico nel modello alimentare abituale, facendoli diventare parte integrante della dieta quotidiana e riducendone così complessivamente l'indice glicemico.

Questa strategia consente comunque di includere una vasta gamma di verdure e fonti proteiche, mantenendo comunque un regime alimentare equilibrato e sano, con una ridotta quantità totale di carboidrati.⁹⁸

La dieta a basso indice glicemico (IG) si è dimostrata efficace nel ridurre l'iperglicemia postprandiale e nel minimizzare il rischio di ipoglicemia post assorbimento nei pazienti affetti da diabete di tipo 1.

I carboidrati con un basso indice glicemico provocano una risposta glicemica più graduale e prolungata, di conseguenza gli episodi ipoglicemici si riducono notevolmente, pertanto, per migliorare il controllo glicemico nei soggetti diabetici, è stata raccomandata l'adozione di un regime a basso indice glicemico, che si è dimostrato correlato ad una migliore qualità della dieta.

L'indice glicemico della dieta può influenzare la sensibilità all'insulina, con un significativo miglioramento della sensibilità all'insulina periferica in tutto il corpo.

I livelli di HbA1c, importante indicatore del controllo glicemico a lungo termine, sono risultati inferiori nei pazienti che seguono una dieta a basso indice glicemico rispetto a quelli che consumano alimenti ad alto indice glicemico.

In conclusione, la selezione di alimenti a basso indice glicemico può rappresentare una strategia dietetica fondamentale per migliorare il controllo glicemico nei pazienti affetti da diabete, offrendo un approccio nutrizionale efficace e sostenibile nel tempo.⁹⁹

- 100 - 101

3.6 Dieta a basso contenuto di carboidrati

Le definizioni delle diete “a basso contenuto di carboidrati” (LC) possono variare notevolmente nella letteratura medica. Alcune indicano un'assunzione di carboidrati inferiore al 26% dell'energia totale consumata (TE), mentre altre stabiliscono una percentuale compresa tra il 30% e meno del 40% TE.

In modo simile, le diete definite come “a bassissimo contenuto di carboidrati” (VLC) possono variare da un regime che prevede un’assunzione giornaliera di carboidrati compresa tra 20 e 50 grammi, a un consumo inferiore al 10% dell’energia totale.⁵⁹

Per fare un esempio pratico, considerando che un adulto consuma mediamente circa 8700 kJ/giorno (equivalenti a 2080 kcal), con una dieta a basso contenuto di carboidrati (< 26% TE), si potrebbero consumare circa 130 grammi di carboidrati al giorno. Nel caso di una dieta a bassissimo contenuto di carboidrati (< 10% TE), l’assunzione sarebbe di circa 50 grammi al giorno.¹⁰²

Alcuni studi indicano che l’adozione di diete a bassissimo contenuto di carboidrati (VLC), che prevedono un’assunzione giornaliera di 20 – 50 grammi di carboidrati, può ridurre l’HbA1c fino al 5,3% nei soggetti con diabete di tipo 1, sebbene siano necessarie ulteriori conferme scientifiche.¹⁰³

Sebbene siano riconosciuti i benefici derivanti dall’abbassamento dell’HbA1c, ci sono poche prove che vi sia effettivamente un ulteriore vantaggio nell’abbassare l’HbA1c al di sotto del 7,0% nel DMT1 rispetto al rischio complessivo di mortalità prematura o morbilità, pertanto queste VLC potrebbero essere inutilmente estreme, soprattutto se vi è un aumento del rischio di ipoglicemia o chetoacidosi diabetica.¹⁰⁴

La maggior parte dei dietisti e nutrizionisti che si occupano del diabete sconsiglia l’adozione di VLC a causa di preoccupazioni relative a possibili complicazioni come la chetoacidosi diabetica, l’ipoglicemia, la dislipidemia e le carenze nutrizionali, oltre alle difficoltà di mantenimento e di aderenza a lungo termine di questi modelli alimentari.¹⁰⁵

Un’altra considerazione importante riguardo all’adozione di diete a basso o a bassissimo contenuto di carboidrati è il possibile rischio di carenze nutrizionali.

Sebbene gli alimenti ad alto contenuto di carboidrati spesso includano ingredienti con qualità nutrizionali scarse come zuccheri semplici e amidi raffinati, gli alimenti ricchi di carboidrati includono anche molte opzioni nutrizionalmente preziose come frutta, verdura, cereali integrali, latticini e legumi.

L’esclusione di questi alimenti potrebbe non essere raccomandabile per una dieta equilibrata, poiché comporta la perdita di fibra e nutrienti essenziali.

Senza una compensazione adeguata attraverso un aumento nell’assunzione di grassi e proteine, la restrizione dei carboidrati potrebbe portare ad una riduzione complessiva

dell'apporto energetico, causando perdita di peso e potenziali effetti negativi sulla crescita, soprattutto nei bambini e negli adolescenti.

Pertanto, le diete a basso contenuto di carboidrati richiedono un'attenta supervisione dell'apporto di vitamine e dell'energia per evitare carenze di micronutrienti e problemi di crescita.

Inoltre, è importante considerare la sostenibilità di tali diete nel lungo termine.

Le restrizioni dietetiche possono risultare difficili da gestire nel contesto delle nostre abitudini culturali e delle occasioni sociali in cui il cibo gioca un ruolo significativo.

Una dieta a basso contenuto di carboidrati potrebbe portare ad un senso di isolamento sociale e aumentare il rischio di sviluppare comportamenti alimentari disordinati.

Attualmente, non ci sono evidenze sufficienti per raccomandare l'adozione di diete a basso contenuto di carboidrati per le persone con diabete, sono necessari ulteriori studi controllati e a lungo termine per dimostrare l'efficacia di queste diete e i relativi rischi.⁵⁹

- 60 - 106 - 107

3.7 Impatto dei macronutrienti e IG sulla glicemia post – prandiale

Nel diabete di tipo 1, comprendere come i diversi macronutrienti influenzano la glicemia postprandiale è essenziale per una gestione efficace del controllo glicemico.

Un'alimentazione bilanciata, che tenga conto della quantità e della qualità dei carboidrati, delle proteine, dei grassi e delle fibre, può aiutare a stabilizzare la glicemia e a migliorare il controllo metabolico nel complesso. Attualmente, i carboidrati sono considerati il macronutriente predominante che influenza il controllo del glucosio postprandiale e il determinante primario per il calcolo delle dosi di insulina durante i pasti nel diabete di tipo 1. Ciononostante, recenti ricerche e l'uso di sistemi per il monitoraggio continuo del glucosio hanno dimostrato che altre proprietà nutrizionali degli alimenti, inclusi grassi, proteine, fibre e indice glicemico (IG), possono influenzare significativamente le escursioni del glucosio postprandiale.

3.7.1 Fibre

Tra le diverse variabili legate all'alimentazione, l'assunzione di fibre è emersa come l'unica associata a livelli inferiori di glucosio ematico in seguito all'automonitoraggio della glicemia.

Le fibre alimentari hanno dimostrato di avere un impatto positivo sul metabolismo del glucosio, con le varietà solubili che giocano un ruolo predominante, sebbene anche le fibre insolubili abbiano un impatto, seppur minore.

Studi hanno evidenziato che diverse fibre solubili, come la gomma guar, il beta-glucano dell'avena, la carbossimetilcellulosa, la mucillagine di senape, lo psillio, l'arabinoxilano, la fibra di mais solubile, la maltodestrina resistente, e il glucomannano, riducono in modo significativo i livelli di glicemia e di insulina postprandiale, indicando un rallentato assorbimento del glucosio principalmente a causa della loro azione ritardante lo svuotamento gastrico.

La viscosità risulta essere la caratteristica principale delle fibre solubili che ne determina questo effetto, poiché la viscosità prodotta dall'interazione delle fibre con i nutrienti nell'intestino ridurrebbe la miscelazione e la frequenza di contatto tra le molecole dei nutrienti e le cellule della mucosa.

Le fibre insolubili, come la cellulosa, non aumentano la viscosità ma il contenuto intestinale, il quale contribuisce a rallentare l'assorbimento.

In conclusione, i meccanismi attraverso cui la fibra alimentare influenza la riduzione della glicemia includono oltre ad un ritardato svuotamento gastrico, una minore accessibilità dell'alfa-amilasi ai suoi substrati a causa dell'aumento della viscosità indotta dalle fibre nella massa alimentare parzialmente digerita ed un miglioramento della sensibilità insulinica legata alla produzione di acidi grassi a catena corta da parte del microbiota intestinale.^{108 – 109}

3.7.2 Proteine e grassi

Le proteine hanno un impatto significativo sulla glicemia nel periodo postprandiale tardivo, con effetti diversi a seconda che siano consumate con o senza carboidrati. Quando le proteine sono ingerite come unico macronutriente, si osserva un aumento delle concentrazioni di glucosio dopo

circa 100 minuti per carichi proteici di 75 g, determinando un incremento simile a quello causato dall'assunzione di 20 g di carboidrati senza insulina. Tuttavia, nei pasti contenenti sia proteine che carboidrati, l'incremento della glicemia si verifica più tardi, dopo circa 3 – 4 ore.

Anche i grassi svolgono un ruolo importante nel modulare la risposta glicemica postprandiale. Essi tendono a ridurre la risposta precoce al glucosio e a ritardare il picco glicemico, principalmente a causa del rallentamento dello svuotamento gastrico, il quale può essere significativamente prolungato per le prime 2 - 3 ore successive al consumo di un pasto ad alto contenuto di grassi. È importante notare che i pasti contenenti sia carboidrati che grassi possono provocare un'iperglicemia postprandiale protratta, soprattutto dopo le 3 ore, sebbene l'impatto sui livelli di glucosio possa variare notevolmente tra gli individui.

La quantità di insulina necessaria per coprire pasti con un elevato contenuto di grassi deve essere personalizzata in modo individuale, poiché questo calcolo richiede una valutazione attenta della composizione del pasto e della tempistica dell'azione insulinica.

Questo approccio mira a prevenire sia l'iperglicemia postprandiale tardiva sia il rischio di ipoglicemia postprandiale precoce, che possono verificarsi se la dose di insulina è eccessiva. ^{109 – 110}

3.7.3 Cereali integrali

I cereali integrali, che includono tutte e tre le componenti naturali del chicco del grano (endosperma, germe e crusca), costituiscono una ricca fonte di fibre alimentari, amido resistente, antiossidanti, vitamine e minerali essenziali come acido folico, magnesio e selenio. Il consumo di questi alimenti è associato a modifiche positive dei fattori di rischio per le malattie croniche, tra cui la risposta insulinemica post-prandiale, il profilo lipidico del sangue e la salute del microbiota intestinale.

La loro ricchezza in fibre favorisce la salute dell'intestino, migliorandone il transito e la massa fecale, mentre altri benefici, come effetti antinfiammatori,

antiossidanti e anticancerogeni, possono essere attribuiti alla loro composizione nutrizionale.

Il consumo di cibi integrali è stato associato a concentrazioni inferiori di glucosio e insulina a digiuno, e diversi studi hanno dimostrato benefici sulle escursioni glicemiche e sulla sensazione di sazietà dopo il consumo di pasti a base di cereali integrali.

A differenza dei carboidrati raffinati, che causano picchi glicemici rapidi e richiedono una maggiore secrezione di insulina, i cereali integrali possono contribuire a una riduzione significativa dei livelli di glucosio nel sangue, migliorando la sensibilità all'insulina e la funzione delle cellule beta pancreatiche nei soggetti sani.

Uno dei meccanismi chiave che potrebbero spiegare gli effetti benefici dei cereali integrali è la lenta digestione e fermentazione delle fibre e dell'amido resistente da parte del microbiota intestinale, che produce acidi grassi a catena corta. Questi acidi grassi favoriscono l'ossidazione del glucosio nel fegato, riducono il rilascio di acidi grassi e migliorano la clearance dell'insulina, contribuendo così all'omeostasi glucidica e alla sensibilità insulinica.

Inoltre, l'ingestione di cereali integrali e legumi può influenzare positivamente la risposta glicemica e insulinemica non solo nel pasto in cui vengono consumati, ma anche nei pasti successivi, grazie alla fermentazione dei carboidrati indigeribili. Questo meccanismo rappresenta un importante fattore di beneficio per la salute associato a tali alimenti.¹¹¹⁻¹¹²

3.7.4 Indice glicemico

L'indice glicemico influisce sulla glicemia postprandiale e sul controllo metabolico generale.

Gli alimenti e i pasti a basso indice glicemico tendono a generare risposte glicemiche inferiori rispetto a quelli ad alto indice glicemico.

Tuttavia, è importante notare che il rischio di ipoglicemia lieve è maggiore con gli alimenti a basso indice glicemico rispetto a quelli ad alto indice glicemico.

Alcuni studi hanno evidenziato differenze significative nei livelli di glicemia associati a diversi indici glicemici, pur mantenendo costante la quantità di carboidrati.

Gli alimenti a basso indice glicemico tendono a ridurre la risposta glicemica complessiva, limitando il picco glicemico, mentre quelli ad alto indice glicemico causano un rapido aumento dei livelli di glucosio nel sangue.

Questo può comportare un aumento del rischio di ipoglicemia precoce, poiché la differenza tra il rapido assorbimento del glucosio in seguito a pasti a più alto IG e l'azione relativamente ritardata dell'insulina somministrata sottocute, porta ad un iniziale picco glicemico postprandiale che può essere difficile da gestire. È importante sottolineare che il contenuto totale di carboidrati rimane un fattore determinante: anche gli alimenti a basso indice glicemico possono causare un'elevata risposta glicemica se consumati in grandi quantità.

Inoltre, gli alimenti a basso indice glicemico contenenti fruttosio e/o saccarosio, come i succhi di frutta, possono comunque provocare un rapido picco glicemico.¹¹⁰

CAPITOLO 4: LO STUDIO

4.1 Scopo dello studio

L'alimentazione riveste un ruolo fondamentale nella gestione del diabete mellito di tipo 1. Un'alimentazione equilibrata può aiutare a stabilizzare i livelli di zucchero nel sangue, prevenire picchi glicemici e ipoglicemie e migliorare il controllo metabolico nel lungo termine, oltre a favorire il mantenimento di un peso corporeo sano e ridurre così il rischio di complicanze associate al diabete, come le malattie cardiovascolari.

Gli obiettivi nutrizionali per i pazienti diabetici di tipo 1 includono il mantenimento di un adeguato apporto di fibre, la scelta di alimenti con un basso indice glicemico e la gestione delle porzioni per evitare sbalzi improvvisi della glicemia.

Un piano alimentare ben strutturato può consentire ai pazienti di adattare le dosi di insulina in base alla quantità e al tipo di cibo consumato, offrendo una maggiore flessibilità, migliorando il controllo glicemico nel quotidiano e la qualità di vita.

Tenendo conto di tali considerazioni, lo scopo del presente progetto di tesi è il seguente:

- Valutare il compenso glicemico ed i risultati metabolici quali: TIR e HbA1c, in un campione di pazienti adulti che eseguono la conta dei carboidrati o seguono una dieta a contenuto fisso di carboidrati a seguito di un intervento di educazione alimentare;
- Analizzare se vi è una differenza tra la strategia di TMN (terapia medica nutrizionale) utilizzata e contenuto di fibra, indice e carico glicemico della dieta individuale dei soggetti coinvolti;
- Analizzare la presenza di correlazione tra i tempi trascorsi negli intervalli (TIR, TAR e TBR) e indice glicemico, carico glicemico, fibre, nonché esaminare la correlazione tra questi ultimi e l'emoglobina glicata.

Successivamente, è stata condotta un'indagine sull'effetto dei pasti composti solamente da legumi e verdure, includendo comunque porzioni di cereali durante la giornata, sui livelli di glicemia di un singolo paziente, prendendo in considerazione, la quantità di fibra, l'indice glicemico, il carico glicemico e il tempo trascorso negli intervalli.

4.2 Materiali e metodi

4.2.1 Caratteristiche del campione e criteri d'inclusione

Il campione oggetto di studio è composto da n. 10 soggetti adulti con diabete mellito di tipo 1 (DMT1), n.8 di sesso femminile e n. 2 di sesso maschile, reclutati tra agosto 2022 e settembre 2023, presso l'ambulatorio dedicato dell'UO di Diabetologia presso il Centro Socio Sanitario dei Colli di Padova.

La selezione è avvenuta tenendo conto dei seguenti criteri d'inclusione:

- Pazienti con diagnosi di diabete di tipo 1 senza complicanze gravi;
- HbA1c non \geq 8;
- Portatori di sensore Freestyle libre 2;
- In terapia multi-iniettiva basal bolus ed in assenza di microinfusore;
- In terapia con solo insulina e con un'età compresa tra i 18 ed i 60 anni.

4.2.2 Strumenti per la raccolta e l'analisi dei dati

Per la raccolta dei dati sono state consultate le cartelle cliniche dei pazienti.

In particolare, sono stati analizzati: il diario clinico ed i parametri vitali per assicurarsi che i pazienti non presentassero complicanze gravi, gli esami ematochimici, tra cui HbA1c, i diari alimentari, lo scarico dati del sensore Freestyle libre 2.

I diari alimentari dei pazienti sono stati calcolati utilizzando il software Metadieta (versione 4.6.1).

Tale programma di calcolo è un software professionale e certificato, classificato come dispositivo medico, ideato per l'elaborazione di diete specialistiche e utile per calcolare rapidamente anamnesi e diari alimentari. Attraverso Metadieta è stato possibile calcolare con precisione l'indice e il carico glicemico di ogni giornata alimentare, oltre alla quantità di fibra consumata da ciascun paziente.

Per la raccolta dei dati di ciascun paziente e il calcolo della media dell'indice glicemico (IG), del carico glicemico (GL), e delle fibre, è stato impiegato un foglio di calcolo Excel appositamente predisposto.

4.2.3 Il diario alimentare

Il diario alimentare è uno strumento utilizzato per registrare dettagliatamente tutto ciò che viene consumato durante il giorno, compresi alimenti, bevande, porzioni e orari dei pasti.

La sua funzione principale è quella di fornire una panoramica accurata delle abitudini alimentari di un individuo, monitorare l'assunzione alimentare e di supportare una gestione più consapevole e salutare dell'alimentazione.

Il diario alimentare utilizzato per l'indagine delle abitudini alimentari dei pazienti partecipanti a questo progetto di tesi comprendeva anche le specifiche istruzioni per una compilazione corretta (allegato 1).

Sono state utilizzate due tipologie di diario diverse, sulla base della strategia di TMN utilizzata (conta dei carboidrati o dieta a contenuto fisso), entrambe comprendevano le sezioni per annotare la dose d'insulina iniettata e le glicemie prima e dopo il pasto (allegato 2). Tenere traccia delle variazioni della glicemia e dell'assunzione di insulina, consente una gestione più precisa ed efficace della terapia.

Il diario alimentare destinato ai pazienti effettuanti la conta dei carboidrati comprendeva anche gli spazi nei quali inserire il contenuto di carboidrati su 100 g di alimento ed il contenuto di carboidrati per la porzione annotata (allegato 3).

Si è ritenuto utile richiedere la compilazione del diario per soli cinque giorni al fine di garantire la massima precisione da parte dei pazienti.

Questa scelta è stata motivata dal fatto che mantenere un livello elevato di precisione nella compilazione risulta spesso difficile per periodi di monitoraggio prolungati, come ad esempio una settimana intera.

4.2.4 Dati anamnestici, clinici e laboratoristici

Durante lo studio, sono stati valutati diversi aspetti riguardanti i pazienti, tra cui:

- La composizione dei pasti consumati, al fine di determinare se fossero completi e bilanciati;
- Parametri come l'HbA1c, il BMI, l'età, il sesso, il tipo di terapia seguita dai pazienti. Tutte queste informazioni sono state trattate nel rispetto del consenso informato al trattamento dei dati sensibili, secondo la normativa vigente;

- Il monitoraggio del controllo glicemico è stato effettuato mediante l'analisi dei dati acquisiti dal sensore FreeStyle Libre 2. Durante l'analisi, sono stati presi in considerazione parametri quali: il tempo trascorso all'interno del range target della glicemia (time in range, TIR), il tempo trascorso al di sopra del range target (time above range, TAR) e il tempo trascorso al di sotto del range target (time below range, TBR).

4.3 Analisi statistica

Per quanto riguarda l'analisi descrittiva, le variabili continue individuate sono state presentate tramite media e deviazione standard.

È stato utilizzato il test t di Student a campioni indipendenti, noto anche come test t non accoppiato. Questa procedura statistica è stata utilizzata per confrontare le medie di due gruppi distinti e determinare se ci sono differenze significative tra di esse. I gruppi sono indipendenti l'uno dall'altro, il che significa che le osservazioni in un gruppo non sono influenzate dalle osservazioni nell'altro gruppo.

Il test di Levene è un test statistico utilizzato per verificare l'omogeneità delle varianze tra due o più gruppi. Questo test è spesso eseguito prima di eseguire un test t di Student per assicurarsi che l'assunzione di omoschedasticità (varianze uguali) sia soddisfatta.

L'utilizzo del test di Pearson ha permesso di verificare se la correlazione osservata tra le variabili (IG, GL, fibre e tempo negli intervalli e/o HbA1c) è statisticamente significativa, in quanto i dati delle variabili utilizzate si potevano approssimare ad una curva normale. È importante notare che il test di Pearson assume che i dati siano distribuiti normalmente e che la relazione tra le variabili sia lineare.

Il livello di significatività statistica è stato fissato a $p < 0,05$ per tutte le analisi statistiche.

L'analisi statistica è stata condotta utilizzando il software Jamovi (versione 2.3) ed R Core Team (2021). R: *A Language and Environment for Statistical Computing* (Versione 4.1) (Pacchetti R recuperati da un'istantanea MRAN del 2022 – 01 – 01).

4.4 Risultati

4.4.1 Descrizione del campione

Per questo studio sono stati reclutati 10 soggetti adulti con diabete mellito di tipo 1, tra cui 8 di sesso femminile e 2 di sesso maschile, tra agosto 2022 e settembre 2023, afferenti all'ambulatorio dedicato dell'UO di Diabetologia presso il Centro Socio Sanitario dei Colli di Padova, che abbiano soddisfatto i criteri d'inclusione definiti in precedenza.

Tabella 1 – Caratteristiche della popolazione valutata (N = 10) espressi come media \pm DS.

	Media	SD
Età	31.80	7.671
BMI	24.94	4.801
HbA1c	7.25	0.675
IG (indice glicemico)	60.78	5.776
GL (carico glicemico)	86.04	15.807
Fibre	19.47	5.254

La popolazione è stata divisa in due gruppi (Conta dei CHO “si” e Conta dei CHO “no”) con lo scopo di andare a valutarne il compenso glicemico.

Il gruppo “Conta dei CHO si”, come riportato in *Tabella 2*, è costituito da 3 soggetti che hanno effettuato la conta dei carboidrati, i quali riportano un'HbA1c media di 6.97 ± 0.971 ed un time in range (TIR) di 68.67 ± 6.028 .

Dal punto di vista nutrizionale, è stato rilevato un consumo medio di fibre di 25.84 ± 2.881 , un indice glicemico medio (IG) di 61.58 ± 4.233 ed un carico glicemico medio (GL) di 88.96 ± 9.949 .

Il gruppo “Conta dei CHO no”, risulta costituito dai restanti 7 soggetti, ovvero coloro che hanno seguito una dieta a contenuto fisso di carboidrati, i quali riportano un'HbA1c media di 7.37 ± 0.559 ed un time in range (TIR) di 62.86 ± 12.253 .

Dal punto di vista nutrizionale, è stato rilevato un consumo medio di fibre di 16.74 ± 3.101, un IG medio di 60.44 ± 6.604 ed un GL medio di 84.79 ± 18.323.

Tabella 2 – Valori medi ± SD delle variabili valutate nei due gruppi di pazienti (CHO Si, CHO No)
(Test t di Student; p < 0,05)

	Conta dei CHO	Media	SD	p
HbA1c	No	7.37	0.559	0.417
	Si	6.97	0.971	
TIR (tempo nell'intervallo)	No	62.86	12.253	0.467
	Si	68.67	6.028	
IG (media)	No	60.44	6.604	0.793
	Si	61.58	4.233	
GL (media)	No	84.79	18.323	0.726
	Si	88.96	9.949	
Fibre (media)	No	16.74	3.101	0.03
	Si	25.84	2.881	

4.4.2 Analisi di confronto del compenso glicemico (TIR) e dell'HbA1c tra i due gruppi

L'impatto delle diverse strategie di TMN avanzata utilizzate sono state valutate in relazione al compenso glicemico.

Come viene mostrato nella tabella riportata di seguito (*tabella 2.1*), si evince che non vi sono differenze significative né per il valore medio dell'HbA1c né per il valore medio del time in range (TIR). Infatti, osservando i valori dei p – value ottenuti, si nota che sono tutti superiori a 0,05, che è il valore di riferimento utilizzato per determinare la significatività statistica.

Tabella 2.1 – confronto dell'HbA1c e del TIR tra i due gruppi
(Test t di Student; p < 0,05)

		Statistiche	gdl	p
HbA1c	t di Student	0.855	8.00	0.417
TIR (tempo nell'intervallo)	t di Student	-0.763	8.00	0.467

4.4.3 Analisi di confronto tra indice glicemico (IG), carico glicemico (GL) e quantità di fibra tra i due gruppi

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dal confronto delle variabili prese in esame, tra i due gruppi, alla fine dello studio.

Come si osserva dalla *tabella 2.2*, il confronto tra le variabili nutrizionali (IG, GL, fibre) e i due gruppi, ha evidenziato che l'unica differenza significativa è stata riscontrata per i valori medi di fibre che risultavano più alti per i soggetti del gruppo “Conta dei CHO si” ($p < 0.05$) (*tabella 2.2*).

Per quanto riguarda l'indice ed il carico glicemico, non sono state riscontrate differenze significative.

Quindi, emerge che nei soggetti valutati l'adozione del conteggio dei carboidrati è associata ad un aumento del consumo di fibre rispetto ad una dieta con un apporto fisso di carboidrati.

Tabella 2.2 – confronto tra IG, GL, fibre tra i due gruppi
(Test t di Student; $p < 0,05$)

		Statistiche	gdl	p
IG (media)	t di Student	-0.271 ^a	8.00	0.793
GL (carico glicemico) media	t di Student	-0.363	8.00	0.726
Fibre (media)	t di Student	-4.330	8.00	0.003

^a Il test di Levene è significativo ($p < 0.05$), suggerendo una violazione dell'assunzione di varianze uguali

4.4.4 Analisi della correlazione tra indice glicemico, carico glicemico, fibre e i tempi trascorsi negli intervalli (TIR, TAR e TBR) in tutti i pazienti

La *tabella 3* mostra l'analisi del confronto tra il consumo medio di fibre e il tempo trascorso negli intervalli in tutti i pazienti.

I risultati ottenuti non mostrano dati significativi.

Tabella 3 – Confronto tra consumo medio di fibre e tempo negli intervalli (TIR, TAR e TBR) in tutti i pazienti

(Test di Pearson; $p < 0.05$)

		TIR (tempo nell'intervallo)	TAR (tempo sopra all'intervallo)	TBR (tempo sotto all'intervallo)
Fibre (media)	r di Pearson	0.087	-0.185	0.276
	valore p	0.812	0.609	0.440
	95% CI Superiore	0.679	0.503	0.771
	95% CI Inferiore	-0.574	-0.730	-0.428

Come si nota dalla *tabella 4*, anche per l'indice glicemico, l'analisi non ha portato a differenze significative nel tempo trascorso in ogni intervallo di glucosio.

Tabella 4 – Confronto tra indice glicemico medio e tempo negli intervalli (TIR, TAR e TBR) in tutti i pazienti

(Test di Pearson; $p < 0.05$)

		TIR (tempo nell'intervallo)	TAR (tempo sopra all'intervallo)	TBR (tempo sotto all'intervallo)
IG (media)	r di Pearson	-0.209	0.412	-0.534
	valore p	0.563	0.237	0.112
	95% CI Superiore	0.485	0.827	0.144
	95% CI Inferiore	-0.741	-0.294	-0.871

La valutazione della presenza di correlazione tra il carico glicemico medio ed il tempo negli intervalli non ha prodotto differenze significative (*tabella 5*).

Tabella 5 – Confronto tra carico glicemico medio e tempo negli intervalli (TIR, TAR e TBR) in tutti i pazienti

(Test di Pearson; $p < 0.05$)

		TIR (tempo nell'intervallo)	TAR (tempo sopra all'intervallo)	TBR (tempo sotto all'intervallo)
GL (carico glicemico) media	r di Pearson	0.366	-0.244	-0.200
	valore p	0.299	0.498	0.579
	95% CI Superiore	0.809	0.456	0.491
	95% CI Inferiore	-0.343	-0.757	-0.737

4.4.5 Analisi della correlazione tra indice glicemico, carico glicemico, fibre e HbA1c in tutti i pazienti

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dal confronto delle variabili prese in esame e l'HbA1c di tutto il campione.

Come si nota dalla *tabella 6*, anche l'analisi di queste variabili (IG, GL e fibre) non ha portato a differenze significative.

Tabella 6 – Confronto tra fibre, indice glicemico, carico glicemico e HbA1c in tutto il campione

(Test di Pearson; $p < 0.05$)

		IG (media)	GL (carico glicemico) media	Fibre (media)
HbA1c	r di Pearson	0.452	-0.275	-0.190
	valore p	0.190	0.442	0.600
	95% CI Superiore	0.842	0.429	0.500
	95% CI Inferiore	-0.249	-0.771	-0.732

4.5 Case Report – Valutazione dell’effetto sull’andamento glicemico di pasti a base di legumi e verdure, includendo porzioni di cereali durante la giornata, prendendo in considerazione l’indice glicemico e il carico glicemico.

L’equilibrio glicemico è un aspetto fondamentale per la salute metabolica e il benessere generale. Tra le molteplici variabili alimentari che influenzano i livelli di glucosio nel sangue, l’assunzione di fibre emerge come un fattore chiave associato ad una migliore gestione glicemica. Le fibre alimentari, in particolare le varietà solubili, sono state riconosciute per il loro impatto positivo sul metabolismo glucidico.

Parallelamente, l’indice glicemico (IG) e il carico glicemico (GL) forniscono strumenti utili per valutare la risposta glicemica agli alimenti. Consumare cibi con un basso IG e un GL moderato può contribuire a mantenere una glicemia più stabile nel tempo, migliorando così il profilo metabolico e la sensibilità all’insulina, soprattutto nei soggetti affetti da diabete.

Partendo da questa premessa, la presente indagine si propone di esaminare l’effetto sulla glicemia di pasti costituiti esclusivamente da legumi e verdure, noti per il loro elevato contenuto di fibre, tenendo conto che durante l’arco della giornata sono incluse porzioni di cereali. Questa analisi mira a comprendere meglio il ruolo delle fibre e la combinazione di alimenti a basso indice glicemico nel controllo glicemico, con potenziali implicazioni per la gestione dietetica del diabete.

A tale scopo, è stato elaborato un ricettario contenente 10 ricette a base di legumi e verdure, isoglicidiche su 80 e 100 g di pasta di semola (allegato 4). È stata richiesta la compilazione di un diario alimentare per cinque giorni, insieme allo scarico dei dati del sensore FreeStyle Libre 2.

È stato proposto ad alcuni pazienti selezionati di consumare almeno tre pasti a base di legumi e verdure per un periodo di cinque giorni, durante i quali avrebbero compilato un diario alimentare.

Solamente un paziente ha accettato di partecipare a questa indagine; la paziente in questione è una donna di 22 anni, diabetica di tipo 1 da 20 anni che segue una dieta a contenuto fisso di carboidrati.

<i>Paziente</i>	<i>Età</i>	<i>Sesso</i>	<i>BMI</i>
01	22	F	18,5

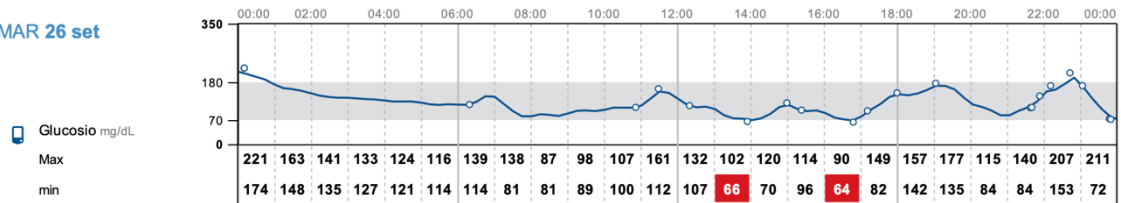
Abbiamo avuto a disposizione anche un diario alimentare compilato sette mesi prima, con il rispettivo scarico dati del sensore Freestyle libre 2 ed il valore di HbA1c. Questo ci ha consentito di confrontare diversi parametri, inclusi l'andamento della glicemia e il tempo trascorso negli specifici intervalli, tra i due periodi temporali considerati.

Attraverso l'uso del software Metadieta, siamo stati in grado di calcolare con precisione sia l'indice glicemico che il carico glicemico di ciascuna giornata alimentare, insieme alla quantità di fibra consumata.

Inoltre, grazie allo scarico dati del sensore, è stato possibile visualizzare i dati glicemici, il tempo trascorso negli intervalli (TIR, TAR e TBR) e analizzare l'andamento della curva glicemica di ciascuna giornata.

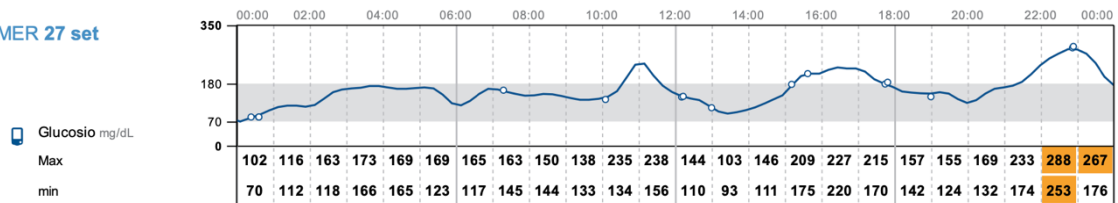
Giorno: 26 – 09 – 2023					
Pasto	Glicemia Pre	U. I	Alimenti – bevande		Glicemia Post
			Tipo alimento	Quantità alimento g	
Colazione Orario: 7:00	120	5	Fette di pane integrale Burro d'arachidi Latte parzialmente scremato	40 15 200	98
Spuntino Orario: 10	107	2	Mela golden	150	161
Pranzo Orario: 12:00	161	4	Pasta con farina di ceci Zucchine Pomodorini Olio evo	100 150 50 10	102
Spuntino Orario:					
Cena Orario: 19:00	157	5,5	Pane bianco Petto di pollo al curry Insalata verde Olio evo	100 100 40 10	140
Spuntino Orario:					
Basale		16			

MAR 26 set



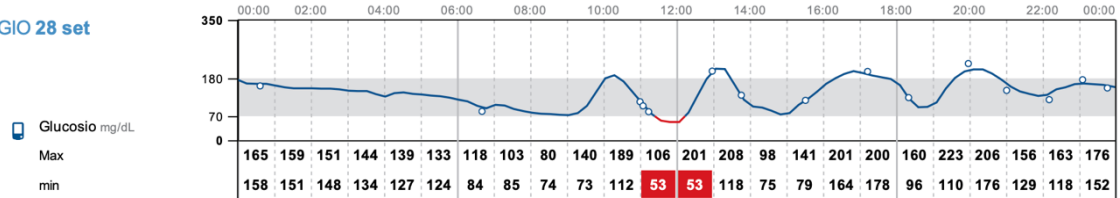
Giorno: 27 – 09 – 2023				
Pasto	Glicemia Pre	U. I	Alimenti – bevande	Glicemia Post
			Tipo alimento	Quantità alimento g
Colazione Orario: 7:00	163	5	Fette di pane integrale Burro d'arachidi Latte parzialmente scremato	40 15 200 134
Spuntino Orario: 9:30	136	2	Banana	150 230
Pranzo Orario: 12:00	144	4	Pasta di lenticchie Carote Broccoli Olio evo	85 100 100 10 146
Spuntino Orario: 15:30	175	2	Mandarini	160 209
Cena Orario: 20:30	157	5,5	Pasta di semola Pomodori Insalata Olio evo Uova	80 100 30 20 100 260
Spuntino Orario:				
Basale		16		

MER 27 set



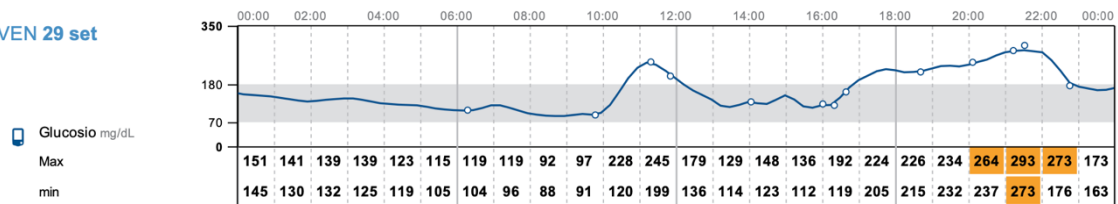
Giorno: 28 – 09 – 2023					
Pasto	Glicemia Pre	U. I	Alimenti – bevande	Glicemia Post	
			Tipo alimento	Quantità alimento g	
Colazione Orario: 7:00	84	4,5	Fette di pane integrale Burro d'arachidi Latte parzialmente scremato	40 15 200	73
Spuntino Orario: 9:00	80	1,5	Arancia	150	189
Pranzo Orario: 12:00	53	5	Pasta di semola Zucchine Merluzzo Pomodorini Olio evo	80 150 150 150 20	208
Spuntino Orario: 15:30	141	1,5	Mela golden	150	175
Cena Orario: 19:00	110	5	Pane bianco Olio EVO Stracchino Carote	100 10 100 150	163
Spuntino Orario:					
Basale		16			

GIO 28 set



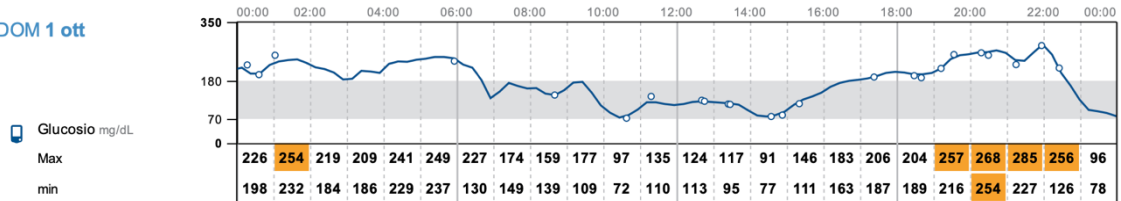
Giorno: 29 – 09 – 2023					
Pasto	Glicemia Pre	U. I	Alimenti – bevande	Glicemia Post	
			Tipo alimento	Quantità alimento g	
Colazione Orario: 6:00	119	5	Fette di pane integrale Burro d'arachidi Latte parzialmente scremato	40 15 200	92
Spuntino Orario: 10:00	97	1,5	Mela golden	150	200
Pranzo Orario: 12:00	190	5	Lenticchie in scatola spadellate Fagiolini Pomodorini ciliegino Olio evo	300 100 100 10	148
Spuntino Orario: 15:00	123		Arancia	150	119
Cena Orario: 19:00	226	8	¾ di pizza margherita		273
Spuntino Orario:					
Basale		16			

VEN 29 set



Giorno: 01 – 10 – 2023				
Pasto	Glicemia Pre	U. I	Alimenti – bevande	Glicemia Post
			Tipo alimento	Quantità alimento g
Colazione Orario: 8:00	165	5	Fette di pane integrale Burro d'arachidi Latte parzialmente scremato	40 15 200 90
Spuntino Orario: 10:00	97	2	Banana	150 135
Pranzo Orario: 12:00	126	5	Farina di ceci Olio evo Zucchine Melanzane	85 15 100 100 90
Spuntino Orario: 15:00	146	2	Yogurt bianco intero	125 180
Cena Orario: 19:00	216	5	Pasta di semola Olio evo Sgombro Pomodorini	80 15 100 150 280
Spuntino Orario:				
Basale		16		

DOM 1 ott



Dall'osservazione delle giornate di diario alimentare e le rispettive curve di andamento glicemico giornaliero emerge quanto segue:

- La glicemia in seguito ai pasti costituiti da legumi e verdure risulta permanere nel TIR (tra 70 e 180 mg/dl) per più tempo rispetto ai pasti completi a base di cereali, proteine, fibre e grassi;
- L'andamento della curva glicemica risulta più lineare successivamente al pasto ricco in fibre e proteine vegetali, si osservano oscillazioni del glucosio di minor entità.

Questo è evidente confrontando le quattro giornate con il giorno del “28 settembre”, durante il quale non sono stati consumati legumi per l'intera giornata.

La paziente ha affermato di aver mantenuto l'abitudine di consumare pasti composti principalmente da legumi e verdure per un periodo di 4 mesi da quando le era stato proposto di provare a ricreare alcune ricette proposte dal ricettario con il fine di compilare un nuovo diario alimentare.

<i>Cod_pz</i>	<i>Periodo</i>	<i>HbA1c</i> (%)	<i>TIR</i> (%)	<i>TAR</i> (%)	<i>TBR</i> (%)	<i>IG</i>	<i>GL</i>	<i>Fibre</i> (g)
01	Febbraio 2023	7,4	56	37	7	55,2	89,2	12,5
01	Settembre 2023	7	68	31	1	54,8	104,1	27,8

Quanto emerso dai due diari e dallo scarico dei dati del sensore, è stato inserito nella tabella soprastante.

Dalla tabella si evince che il *time in range* (TIR) è aumentato da 56 a 68, il *time above range* (TAR) è diminuito da 37 a 31, mentre il *time below range* (TBR) è passato da 7 ad 1 riducendosi.

L'indice glicemico ha subito una lieve riduzione, da 55,2 a 54,8, al contrario il carico glicemico (GL) è aumentato da 89,2 a 104,1, tuttavia, è importante notare che

anche la quantità di fibra è aumentata, raddoppiando e che il valore dell'HbA1c si è abbassato passando da 7,4 a 7.

DISCUSSIONE DEI DATI

Da agosto del 2022 a settembre del 2023 sono stati reclutati i pazienti che andassero a costituire il campione oggetto di studio, presso l'ambulatorio dedicato dell'UO di Diabetologia presso il Centro Socio Sanitario dei Colli di Padova.

I pazienti selezionati sono 10 adulti con diabete mellito di tipo 1 (DMT1), n.2 di sesso maschile, e n.8 di sesso femminile.

Per la selezione dei partecipanti, sono stati applicati specifici criteri di inclusione. I pazienti dovevano avere un livello di HbA1c inferiore a 8%, un'età compresa tra i 18 e i 60 anni, essere dotati di sensore Freestyle Libre 2 e sottoposti a terapia multi-iniettiva basal bolus, escludendo coloro che utilizzavano un microinfusore o che presentassero complicanze gravi correlate alla patologia.

La popolazione è stata poi divisa in due gruppi, con lo scopo di andare a valutarne il compenso glicemico (TIR e HbA1c). Il gruppo "Conta dei CHO si", è costituito da 3 soggetti che hanno effettuato la conta dei carboidrati, mentre il gruppo "Conta dei CHO no", risulta costituito dai restanti 7 soggetti, ovvero coloro che hanno seguito una dieta a contenuto fisso di carboidrati.

Per l'indagine delle abitudini alimentari dei pazienti, sono state utilizzate due tipologie di diario alimentare diverse, sulla base della strategia di TMN utilizzata, mentre il monitoraggio del controllo glicemico è stato effettuato mediante l'analisi dei dati acquisiti dal sensore FreeStyle Libre 2.

Lo scopo del presente progetto di tesi è valutare il compenso glicemico e i risultati metabolici, come il Tempo in Range (TIR) e l'emoglobina glicata (HbA1c), nei due gruppi di pazienti dopo un intervento di educazione alimentare. Inoltre, si intende analizzare se esiste una differenza tra le strategie di Terapia Medica Nutrizionale (TMN) adottate e il contenuto di fibra, l'indice glicemico e il carico glicemico della dieta individuale dei soggetti coinvolti.

Dall'analisi statistica emerge che non vi è alcuna differenza significativa tra il gruppo *Conta dei CHO "si"* e *Conta dei CHO "no"* in termini di controllo glicemico misurato mediante HbA1c e TIR. È stato riscontrato che il controllo glicemico complessivo è paragonabile tra i due gruppi, in linea con quanto già presente in letteratura scientifica.

Inoltre, l'indice glicemico medio e il carico glicemico della dieta risultano simili tra i due gruppi, al contrario del contenuto di fibre che risulta significativamente superiore nel gruppo che effettuava la conta dei carboidrati.

Questo gruppo "conta CHO sì", nonostante la maggiore flessibilità alimentare, oltre a porre una particolare attenzione al quantitativo dei carboidrati presenti negli alimenti, sembra manifestare un interesse per la qualità globale della loro alimentazione. Di conseguenza, sviluppano una propensione a seguire abitudini alimentari sane, che favoriscono un consumo regolare di fibre.

La seconda parte dello studio prevede di esaminare le correlazioni tra i tempi trascorsi negli intervalli di glicemia (TIR, TAR e TBR) e l'indice glicemico, il carico glicemico e il contenuto di fibre della dieta, e in aggiunta di valutare la correlazione tra queste variabili e l'emoglobina glicata.

Le analisi condotte per indagare la correlazione tra i tempi trascorsi negli intervalli (TIR, TAR e TBR) e l'indice glicemico, il carico glicemico e il contenuto di fibre, nonché la correlazione tra questi e l'HbA1c, non hanno prodotto risultati statisticamente significativi.

Nell'interpretazione di tali risultati vanno considerate sia le dimensioni ridotte del campione che i criteri di esclusione dello studio, che hanno escluso i pazienti con un controllo glicemico non adeguato ($HbA1c \geq 8\%$), quindi verosimilmente con abitudini alimentari lontane da quanto suggerito dalle Linee Guida.

Possiamo ipotizzare che ampliando tale analisi ad un campione più consistente, gli esiti dello studio potrebbero diventare significativi, rafforzando così i risultati dei test di correlazione applicati; numerose sono le evidenze che mostrano una tendenza ad avere valori di HbA1c inferiori nei pazienti che seguono una dieta a basso indice glicemico.¹⁰⁰

- 101

Infine, la terza ed ultima parte del nostro studio riguarda un'indagine sull'effetto dei pasti composti esclusivamente da legumi e verdure, integrati comunque con porzioni di cereali durante il giorno, sui livelli di glicemia di un singolo paziente appartenente al campione.

Questo case - report tiene conto della quantità di fibra, dell'indice glicemico, del carico glicemico e del tempo trascorso negli intervalli di glicemia.

Prima di adottare questa nuova abitudine, la paziente assumeva un quantitativo di fibre considerato insufficiente rispetto a quanto raccomandato dagli Standard italiani del 2018 per la gestione del Diabete Mellito, i quali consigliano un consumo giornaliero di fibre superiore a 40 grammi, o 20 grammi ogni 1000 calorie, principalmente di tipo solubile e derivanti da fonti come frutta, verdura e legumi. Ad ogni modo, raggiungere tali quantità di fibre nella pratica quotidiana può essere difficile. Di conseguenza, l'American Diabetic Association e l'American Dietetic Association suggeriscono un'assunzione di fibre simile a quella raccomandata per la popolazione generale, pari a circa 14 grammi ogni 1000 calorie consumate. Dopo aver introdotto i legumi nella sua dieta abituale, la paziente ha raggiunto il livello raccomandato di assunzione di fibre. È interessante notare che l'indice glicemico (IG) medio delle sue giornate è risultato basso e leggermente inferiore al precedente. Tuttavia, il carico glicemico è aumentato. È importante sottolineare che il carico glicemico tiene conto non solo dell'indice glicemico degli alimenti, ma anche della quantità totale di carboidrati contenuti in questi ultimi. Questo fenomeno potrebbe essere correlato al fatto che la paziente ha incrementato il consumo totale di carboidrati, aggiungendo due spuntini giornalieri costituiti da frutta, invece di uno come faceva in precedenza.

Il *time in range* TIR è aumentato avvicinandosi a quelli che sarebbero gli obiettivi di riferimento per assicurare un controllo glicemico ottimale (TIR > 70%), il *time above range* TAR si è abbassato (TAR < 25%), ed è stato raggiunto l'obiettivo per il *time below range* TBR (TBR < 4%); conseguentemente al miglior controllo glicemico e metabolico, anche il valore dell'HbA1c si è abbassato dello 0,4% rispetto al precedente, questo è un risultato molto positivo in quanto minore è il valore dell'emoglobina glicata, minore è il rischio di sviluppo di complicanze microvascolari nei pazienti affetti da diabete mellito. Studi hanno dimostrato che livelli elevati di *time in range* (TIR) sono correlati a livelli più bassi di emoglobina glicata (HbA1c).⁴⁰⁻⁴¹

L'importanza dell'indice glicemico e dell'apporto di fibre alimentari, soprattutto quelle solubili, è emersa come fondamentale per ottimizzare la gestione glicemica nel Diabete Mellito in terapia insulinica, ciò è coerente con quanto già evidenziato nella letteratura scientifica.

Verificare tali risultati su un campione più ampio di soggetti potrebbe consentire una valutazione più accurata dell'efficacia di questa tipologia di pasti in un contesto dietetico equilibrato, per una migliore gestione del diabete.

CONCLUSIONI

Lo studio di questa tesi mirava a valutare il compenso glicemico e i risultati metabolici, inclusi il TIR e l'HbA1c, tra due gruppi di pazienti con DT1 che utilizzavano due diverse TMN: la conta dei carboidrati e una dieta a contenuto fisso di carboidrati.

Dall'analisi dei diari alimentari settimanali è emerso che i pazienti presentavano abitudini alimentari in linea con i Standard Italiani di Cura per il Diabete, consumando abitualmente pasti bilanciati e prediligendo alimenti con un basso indice glicemico, come veniva suggerito durante gli interventi di educazione alimentare.

Il consumo di pasti equilibrati, con un giusto apporto di carboidrati complessi, fibre, proteine e grassi di buona qualità, è fondamentale per mantenere stabili i livelli di glicemia ed evitare picchi eccessivi di glucosio nel sangue dopo i pasti.

I risultati dello studio hanno mostrato che i due gruppi erano paragonabili per controllo glicemico in termini di HbA1c e TIR, indice e carico glicemico della dieta; mentre vi era una differenza statisticamente significativa per la quantità di fibre espressa in grammi, maggiore nel gruppo *Conta dei CHO "si"* rispetto al gruppo *Conta dei CHO "no"*.

Non è emersa alcuna correlazione tra i tempi trascorsi negli intervalli (TIR, TAR e TBR) e quantità di fibre, indice glicemico e carico glicemico e neppure tra questi ultimi e l'HbA1c.

Inoltre, su un paziente del campione è stata condotta un'analisi separata per valutare l'effetto di pasti composti esclusivamente da legumi e verdure sulla glicemia interstiziale.

Nel case – report, i risultati ottenuti da questa ricerca hanno evidenziato che i pasti a base di legumi e verdure hanno mantenuto la glicemia all'interno del range ideale per periodi prolungati, rispetto ai pasti completi composti da cereali, proteine, fibre e grassi, mostrando anche una curva glicemica più stabile nel tempo.

L'osservazione dei dati ha rivelato un miglioramento significativo nei parametri di controllo glicemico, con un aumento del tempo trascorso all'interno del range ottimale ed una diminuzione del tempo trascorso al di fuori di esso. Questo miglioramento è stato associato a una riduzione del valore dell'HbA1c, indicando un controllo metabolico più efficace e un minore rischio di complicanze microvascolari legate alla patologia.

Infine, si conferma l'importanza dell'indice glicemico nella selezione degli alimenti ad alto contenuto di carboidrati, sottolineando il ruolo cruciale delle fibre alimentari, soprattutto quelle solubili, nel promuovere una migliore gestione glicemica.

Questo dato rappresenta uno spunto interessante per ulteriori ricerche, che coinvolgano un campione più consistente.

Uno studio multicentrico potrebbe offrire una visione completa delle variazioni individuali nella risposta glicemica e dell'impatto delle abitudini alimentari sulla salute metabolica, portando ad eventuali nuove raccomandazioni dietetiche, più personalizzate.

In conclusione, l'educazione alimentare ricopre un ruolo di primaria importanza nella terapia del diabete, indipendentemente dall'approccio utilizzato, che includa o meno il conteggio dei carboidrati. L'elaborazione di indicazioni dietetiche più specifiche e personalizzate alle abitudini del paziente, e l'obiettivo di fornire tutti gli strumenti per rendere autonomi i pazienti nella gestione alimentare, porterebbe a migliorare la compliance dietetica e l'outcome a lungo termine: sia per il controllo metabolico ma anche per la qualità di vita del singolo.

APPENDICE

Allegato 1 – Istruzioni per la compilazione del diario alimentare

ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE DEL DIARIO ALIMENTARE

Il diario alimentare è uno strumento di monitoraggio che permette di registrare gli alimenti e le bevande assunte durante la giornata.






Il suo utilizzo è fondamentale per ottenere un corretto controllo glicemico adattando la terapia insulinica al proprio stile di vita.

Attraverso la compilazione e l'analisi di quest'ultimo, si possono facilmente individuare abitudini e consumi (es. i cibi che predilige e quelli che non consuma mai), e l'eventuale attività fisica praticata.

Per una compilazione utile ed efficace però, bisogna rispettare alcune “regole”:

- Il diario va compilato per 5, giornalmente (almeno 1 giorno del weekend) → importante riportare la data, e in modo fedele, senza far passare troppo tempo dal momento del pasto. Non lo compili a fine giornata, ma al termine di ogni pasto o in seguito ad ogni episodio in cui mangia qualcosa.
- Compili il diario in ogni sua parte, indicando il giorno, l'orario in cui viene consumato e gli eventuali spuntini tra un pasto principale e l'altro
- Indichi il consumo di qualsiasi cibo o bevanda nel modo più dettagliato possibile (es. il tipo di alimento “latte parzialmente scremato” anziché solo “latte”, la quantità/numero, es. “5 biscotti frollini” anziché solo “biscotti”, se aggiunge dello zucchero alle bevande indichi il n° dei cucchiaini, la quantità di condimento, se prima di pranzo/cena spilucca ad esempio delle olive o dei grissini scriva quanti, se mangia cioccolatini o caramelle...). → per una maggiore accuratezza è utile riportare anche la marca dei prodotti confezionati consumati
- Annoti tutti i cibi e le bevande che consuma e la quantità per ogni piatto, utilizzando quanto più possibile misure precise (utilizzando una bilancia pesa alimenti), eventualmente, nel caso non sia possibile usare una bilancia o il piatto sia stato preparato per più persone annotare le quantità secondo le misure casalinghe * allegato esempio
- Se durante la giornata ha fatto attività fisica, scriva tipologia e durata. Valgono anche spostamenti casa-lavoro a piedi o in bicicletta o le passeggiate con il cane.
- Note: Qualsiasi commento sia necessario, ad esempio il luogo di un pasto se non è stato consumato in casa come di consueto, oppure una ricorrenza particolare (es. compleanno), lo stato d'animo (es. stress), ed eventuale febbre.
- Annoti anche in modo accurato la glicemia rilevata con il sensore pre e post pasto e le unità di insulina somministrate (basale + boli)

Esempio misure casalinghe

Una porzione di pane		un panino	1 pugno	
		una fetta	1 mano	
Una porzione di pasta o di riso (pronti da mangiare)		1 pugno 1 pugno e 1/2	 	
Una porzione di carne o pesce (pronti da mangiare)		il palmo di una mano		
Una porzione di verdure cotte - patate - legumi		1 pugno		
Una porzione di insalata		2 - 3 pugni	  	
Una porzione di formaggio duro		2 dita (medio e indice)		
Una porzione di frutta		1 pugno		

© smm srl

1 cucchiaio }
1 cucchiaino } Per salse, creme, condimenti,
zucchero, marmellata

1 bicchiere di acqua → può contenere

200 gr/ml di liquido

120 gr di farina

150 gr di lenticchie

150 gr di riso crudo

150 gr di zucchero

Allegato 2 – Diario alimentare

Aulss 6 Euganea – Diabetologia CSS Colli (PD)
 DIARIO ALIMENTARE (dietiste.colli@aulss6.veneto.it)

Giorno:					
Pasto	Glicemia Pre	U. I	Alimenti – bevande		Glicemia Post
			Tipo alimento	Quantità alimento g	
Colazione Orario:					
Spuntino Orario:					
Pranzo Orario:					
Spuntino Orario:					
Cena Orario:					
Spuntino Orario:					
Basale					

Attività fisica				
Glicemia pre	Orario d’inizio	Tipo di attività fisica svolta	Orario di fine	Glicemia post

NOTE: _____

Allegato 3 – Diario alimentare per i pazienti effettuanti la conta dei carboidrati

Aulss 6 Euganea – Diabetologia CSS Colli (PD)
 DIARIO ALIMENTARE (dietiste.colli@aulss6.veneto.it)

Giorno:							
Pasto	Glicemia Pre	U. I	Alimenti – bevande		CALCOLO CARBOIDRATI		Glicemia Post
			Tipo alimento	Quantità alimento g	CHO in 100 g	CHO nella porzione	
Colazione Orario:							
Spuntino Orario:							
Pranzo Orario:							
Spuntino Orario:							
Cena Orario:							
Spuntino Orario:							
Basale							

Attività fisica				
Glicemia pre	Orario d'inizio	Tipo di attività fisica svolta	Orario di fine	Glicemia post

NOTE: _____

Ricette / idee per piatti a base di legumi + verdure

Qui di seguito troverà delle ricette per i pasti costituiti da soli legumi + verdura.

1. Pasta di piselli + carote e pomodorini
2. Farinata di ceci + zucchine e melanzane grigliate
3. Insalata di lenticchie calda + pomodorini e fagiolini
4. Insalata di fagioli bianchi e neri + carote + zucchine e pomodorini
5. Pasta di ceci con crema di zucchine + pomodorini
6. Pasta di legumi con crema di carote e broccoli
7. Polpette di legumi + insalata verde
8. Burger di piselli e spinaci + carote crude
9. Insalata di ceci olive taggiasche e cavolfiore + limone + basilico
10. Insalata di ceci con pomodorini ed olive + basilico e menta

Piatti isoglucidici → su 80 g di pasta

Composizione bromatologica della pasta di semola (per 80 g)*

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
10,8	0,96	58,2	1,4	272,8

*la quantità dei macronutrienti si riferisce alla sola pasta di semola a crudo e senza condimenti e/o verdure

Mentre le tabelle sottostanti le ricette si riferiscono ai valori bromatologici dell'intero pasto (legumi + verdura + olio EVO)

1. **Pasta di piselli, carote e pomodorini**
 - 80 g di pasta di legumi (piselli)
 - 100 g di carote
 - 100 g di pomodorini
 - 10 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
17,8	11	58	11	417

2. Farinata di ceci + contorno di zucchine e melanzane grigliate

- 85 g di farina di ceci
- 15 g olio EVO
- 310 ml di acqua
- Sale qb
- 100 g Zucchine
- 100 g Melanzane

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
21,3	19,8	58,2	13,7	504

3. Insalata di lenticchie calda + pomodorini e fagiolini lessi

- 300 g di lenticchie fresche e/o in scatola da spadellare
- 100 g di fagiolini
- 100 g di pomodorini ciliegino
- 10 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
22,1	11,8	58,9	21	454

4. Insalata di fagioli bianchi e neri + carote + zucchine e pomodorini

- 180 g di fagioli cannellini
- 180 g di fagioli neri
- 100 g di carote
- 50 g di pomodorini
- 50 g di zucchine
- 10 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
24,5	11,2	58,8	26,3	480

5. Pasta di ceci, crema di zucchine e pomodorini

- 100 g di pasta con farina di ceci
- 150 g zucchine da frullare
- 50 g di pomodorini a pezzi
- 10 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
24,3	15	58	11,8	480

6. Pasta di legumi (lenticchie) con crema di carote e broccoli

- 85 g pasta di lenticchie
- 100 g di carote
- 100 g di broccoli
- 10 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
25,8	11,2	58,7	11,9	449

7. Polpette di legumi + insalata verde

- Legumi (110 g di ceci + 150 g di lenticchie + 100 g di piselli)
- 20 g di parmigiano
- 80 g di insalata verde o radicchio
- 10 g olio EVO

Frulla in modo omogeneo i legumi, aggiungici il sale ed il parmigiano grattugiato, forma poi delle polpette, può cuocerle in padella con poco olio per una decina di minuti per lato, oppure in forno preriscaldato ventilato a 180° per 35 minuti circa fino a doratura.

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
29	18,4	58,3	20,2	552

8. Burger di piselli e spinaci + carote crude

- 350 g di piselli
- 20 g di parmigiano
- 100 g di spinaci (anche surgelati)
- 100 g Carote crude
- 10 g olio EVO

Frulla in modo omogeneo i piselli, aggiungici il sale ed il parmigiano grattugiato + gli spinaci precedentemente bolliti, forma poi dei burger, può cuocerli in padella con poco olio per una decina di minuti per lato, oppure in forno preriscaldato ventilato a 180° per 35 minuti circa fino a doratura.

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
29,1	17,5	58,5	21,7	515

9. Insalata di ceci olive taggiasche e cavolfiore + limone + basilico

- 280 g di ceci
- Olive taggiasche qb
- 150 g di cavolfiore
- Limone a volontà
- Basilico
- 10 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
21,7	14,9	58,6	19,2	486

10. Insalata di ceci con pomodorini ed olive + basilico e menta

- 290 g di ceci
- 150 g di pomodorini ciliegino
- Olive
- Basilico e menta
- 10 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
20,7	15,3	58,4	17,8	488

Piatti isoglicidici → su 100 g di pasta

Composizione bromatologica della pasta di semola (per 100 g)*

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
13,5	1,2	72,7	1,7	341 kcal

*la quantità dei macronutrienti si riferisce alla sola pasta di semola a crudo e senza condimenti e/o verdure

Mentre le tabelle sottostanti le ricette si riferiscono ai valori bromatologici dell'intero pasto (legumi + verdura + olio EVO)

1. Pasta di piselli, carote e pomodorini

- 105 g di pasta di legumi (piselli)
- 100 g di carote
- 100 g di pomodorini
- 10 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
22,8	11,5	71,3	13,2	501

2. Farinata di ceci + contorno di zucchine e melanzane grigliate

- 110 g di farina di ceci
- 20 g olio EVO
- 400 ml di acqua
- Sale qb
- 100 g zucchine
- 100 g melanzane

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
26,8	26,1	72,6	16,4	646

3. Insalata di lenticchie calda + pomodorini e fagiolini lessi

- 380 g di lenticchie fresche e/o in scatola da spadellare
- 100 g di fagiolini
- 150 g di pomodorini ciliegino
- 15 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
27,1	16,1	71,2	25,7	581

4. Insalata di fagioli bianchi e neri + carote + zucchine e pomodorini

- 230 g di fagioli cannellini
- 220 g di fagioli neri
- 100 g di carote
- 50 g di pomodorini
- 100 g di zucchine
- 20 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
30,7	20,8	72	32,3	660

5. Pasta di ceci, crema di zucchine e pomodorini

- 120 g di pasta con farina di ceci
- 150 g zucchine da frullare
- 150 g di pomodorini a pezzi
- 15 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
29,5	20,9	72,1	14,9	614

6. Pasta di legumi (lenticchie) con crema di carote e broccoli

- 110 g pasta di lenticchie
- 100 g di carote da frullare frullate
- 100 g broccoli
- 15 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
32,3	16,2	71,2	13,8	577

7. Polpette di legumi + insalata verde

- Legumi (150 g di ceci + 150 g di lenticchie + 120 g di piselli)
- 20 g di parmigiano
- 80 g di insalata verde o radicchio
- 10 g olio EVO

Frulla in modo omogeneo i legumi, aggiungici il sale ed il parmigiano grattugiato, forma poi delle polpette, può cuocerle in padella con poco olio per una decina di minuti per lato, oppure in forno preriscaldato ventilato a 180° per 35 minuti circa fino a doratura.

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
34,2	19,6	72,1	23,8	638

8. Burger di piselli e spinaci + carote crude

- 410 g di piselli
- 20 g di parmigiano
- 120 g di spinaci (anche surgelati)
- 150 g Carote crude
- 10 g olio EVO

Frulla in modo omogeneo i piselli, aggiungici il sale ed il parmigiano grattugiato + gli spinaci precedentemente bolliti, forma poi dei burger, può cuocerli in padella con poco olio per una decina di minuti per lato, oppure in forno preriscaldato ventilato a 180° per 35 minuti circa fino a doratura.

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
33,4	18	71,6	26,4	589

9. Insalata di ceci olive taggiasche e cavolfiore + limone + basilico

- 350 g di ceci
- 150 g Cavolfiore
- Olive taggiasche qb
- Limone a volontà
- Basilico
- 15 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
26,4	20,8	71,3	23	621

10. Insalata di ceci con pomodorini ed olive + basilico e menta

- 350 g di ceci
- 200 g Pomodorini ciliegino
- Olive qb
- Basilico e menta
- 15 g olio EVO

Proteine (g)	Grassi (g)	CHO (g)	Fibra (g)	Energia
25,1	21,1	71,2	21,6	619

BIBLIOGRAFIA

1. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* **32 Suppl 1**, S62-67 (2009).
2. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* **37 Suppl 1**, S81-90 (2014).
3. Standard di Cura AMD - SID 2018.pdf.
4. ElSayed, N. A. *et al.* 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Care in Diabetes-2023. *Diabetes Care* **46**, S19–S40 (2023).
5. Ilonen, J., Lempainen, J. & Veijola, R. The heterogeneous pathogenesis of type 1 diabetes mellitus. *Nat. Rev. Endocrinol.* **15**, 635–650 (2019).
6. Knip, M. Pathogenesis of Type 1 Diabetes: Implications for Incidence Trends. *Horm. Res. Paediatr.* **76**, 57–64 (2011).
7. Craig, M. E., Nair, S., Stein, H. & Rawlinson, W. D. Viruses and type 1 diabetes: a new look at an old story. *Pediatr. Diabetes* **14**, 149–158 (2013).
8. Lonrot, M. *et al.* Enterovirus RNA in serum is a risk factor for beta-cell autoimmunity and clinical type 1 diabetes: A prospective study. *J. Med. Virol.* **61**, 214–220 (2000).
9. Ramondetti, F. *et al.* Type 1 diabetes and measles, mumps and rubella childhood infections within the Italian Insulin-dependent Diabetes Registry. *Diabet. Med. J. Br. Diabet. Assoc.* **29**, 761–766 (2012).
10. Pak, C. Y., Eun, H. M., McArthur, R. G. & Yoon, J. W. Association of cytomegalovirus infection with autoimmune type 1 diabetes. *Lancet Lond. Engl.* **2**, 1–4 (1988).
11. Honeyman, M. C. *et al.* Association between rotavirus infection and pancreatic islet

- autoimmunity in children at risk of developing type 1 diabetes. *Diabetes* **49**, 1319–1324 (2000).
12. Uusitalo, U. *et al.* Early Infant Diet and Islet Autoimmunity in the TEDDY Study. *Diabetes Care* **41**, 522–530 (2018).
 13. Pugliese, A. Insulinitis in the pathogenesis of type 1 diabetes. *Pediatr. Diabetes* **17 Suppl 22**, 31–36 (2016).
 14. Home *et al.* Type 1 diabetes estimates in children and adults | IDF Diabetes Atlas.
 15. Mayer-Davis, E. J. *et al.* ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Definition, epidemiology, and classification of diabetes in children and adolescents. *Pediatr. Diabetes* **19 Suppl 27**, 7–19 (2018).
 16. Home *et al.* IDF Diabetes Atlas 2021 | IDF Diabetes Atlas.
 17. Melendez-Ramirez, L. Y., Richards, R. J. & Cefalu, W. T. Complications of Type 1 Diabetes. *Endocrinol. Metab. Clin. North Am.* **39**, 625–640 (2010).
 18. Huang, D. *et al.* Macrovascular Complications in Patients with Diabetes and Prediabetes. *BioMed Res. Int.* **2017**, 1–9 (2017).
 19. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes—2010. *Diabetes Care* **33**, S11–S61 (2010).
 20. Gross, J. L. *et al.* Diabetic nephropathy: diagnosis, prevention, and treatment. *Diabetes Care* **28**, 164–176 (2005).
 21. Home *et al.* 9th edition | IDF Diabetes Atlas.
 22. Home *et al.* 6th edition | IDF Diabetes Atlas.
 23. Boulton, A. J. M. *et al.* Diabetic neuropathies: a statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care* **28**, 956–962 (2005).
 24. Paneni, F., Beckman, J. A., Creager, M. A. & Cosentino, F. Diabetes and vascular

- disease: pathophysiology, clinical consequences, and medical therapy: part I. *Eur. Heart J.* **34**, 2436–2443 (2013).
25. Umpierrez, G. & Korytkowski, M. Diabetic emergencies - ketoacidosis, hyperglycaemic hyperosmolar state and hypoglycaemia. *Nat. Rev. Endocrinol.* **12**, 222–232 (2016).
 26. Umpierrez, G. & Korytkowski, M. Diabetic emergencies — ketoacidosis, hyperglycaemic hyperosmolar state and hypoglycaemia. *Nat. Rev. Endocrinol.* **12**, 222–232 (2016).
 27. Danne, T. *et al.* Insulin treatment in children and adolescents with diabetes: Insulin treatment. *Pediatr. Diabetes* **15**, 115–134 (2014).
 28. Bekiari, E. *et al.* Artificial pancreas treatment for outpatients with type 1 diabetes: systematic review and meta-analysis. *BMJ* **361**, k1310 (2018).
 29. Infante, M. *et al.* Dual-hormone artificial pancreas for management of type 1 diabetes: Recent progress and future directions. *Artif. Organs* **45**, 968–986 (2021).
 30. Mańkiewicz-Żurawska, I. & Jarosz-Chobot, P. Nutrition of children and adolescents with type 1 diabetes in the recommendations of the Mediterranean diet. *Pediatr. Endocrinol. Diabetes Metab.* **25**, 74–80 (2019).
 31. Smart, C. E. *et al.* ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Nutritional management in children and adolescents with diabetes. *Pediatr. Diabetes* **19**, 136–154 (2018).
 32. Conoscere il Diabete. *Sid Italia* <https://www.siditalia.it/divulgazione/conoscere-il-diabete>.
 33. ElSayed, N. A. *et al.* 6. Glycemic Targets: *Standards of Care in Diabetes—2023*. *Diabetes Care* **46**, S97–S110 (2023).

34. Diabete.com, R. Fattori che influenzano la glicemia. *Diabete.com*
<https://www.diabete.com/quali-fattori-nella-vita-quotidiana-influenzano-la-glicemia/> (2016).
35. Heinemann, L. *et al.* Self-measurement of Blood Glucose and Continuous Glucose Monitoring - Is There Only One Future? *Eur. Endocrinol.* **14**, 24–29 (2018).
36. Babaya, N. *et al.* Flash glucose monitoring in type 1 diabetes: A comparison with self-monitoring blood glucose. *J. Diabetes Investig.* **11**, 1222–1229 (2020).
37. Stone, J. Y. & Bailey, T. S. Benefits and limitations of continuous glucose monitoring in type 1 diabetes. *Expert Rev. Endocrinol. Metab.* **15**, 41–49 (2020).
38. Mian, Z., Hermayer, K. L. & Jenkins, A. Continuous Glucose Monitoring: Review of an Innovation in Diabetes Management. *Am. J. Med. Sci.* **358**, 332–339 (2019).
39. Juvenile Diabetes Research Foundation Continuous Glucose Monitoring Study Group *et al.* Continuous glucose monitoring and intensive treatment of type 1 diabetes. *N. Engl. J. Med.* **359**, 1464–1476 (2008).
40. Battelino, T. *et al.* Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range. *Diabetes Care* **42**, 1593–1603 (2019).
41. Heinemann, L., Freckmann, G., Müller-Wieland, D. & Kellerer, M. Critical Reappraisal of the Time-in-Range: Alternative or Useful Addition to Glycated Hemoglobin? *J. Diabetes Sci. Technol.* **14**, 922–927 (2020).
42. Battelino, T. *et al.* Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range. *Diabetes Care* **42**, 1593–1603 (2019).
43. Jeppsson, J.-O. *et al.* Approved IFCC reference method for the measurement of

- HbA1c in human blood. *Clin. Chem. Lab. Med.* **40**, 78–89 (2002).
44. DiMeglio, L. A. *et al.* ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Glycemic control targets and glucose monitoring for children, adolescents, and young adults with diabetes. *Pediatr. Diabetes* **19 Suppl 27**, 105–114 (2018).
 45. de Bock, M. *et al.* ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Glycemic targets and glucose monitoring for children, adolescents, and young people with diabetes. *Pediatr. Diabetes* **23**, 1270–1276 (2022).
 46. Heinemann, L. *et al.* Higher HbA1c Measurement Quality Standards are Needed for Follow-Up and Diagnosis: Experience and Analyses from Germany. *Horm. Metab. Res.* **50**, 728–734 (2018).
 47. Esfahani, A. *et al.* The Glycemic Index: Physiological Significance. *J. Am. Coll. Nutr.* **28**, 439S–445S (2009).
 48. Atkinson, F. S., Foster-Powell, K. & Brand-Miller, J. C. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. *Diabetes Care* **31**, 2281–2283 (2008).
 49. Quarta, A. *et al.* Diet and Glycemic Index in Children with Type 1 Diabetes. *Nutrients* **15**, 3507 (2023).
 50. Brand-Miller, J. & Buyken, A. E. The Relationship between Glycemic Index and Health. *Nutrients* **12**, 536 (2020).
 51. Foster-Powell, K., Holt, S. H. A. & Brand-Miller, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am. J. Clin. Nutr.* **76**, 5–56 (2002).
 52. Thorne, M. J., Thompson, L. U. & Jenkins, D. J. Factors affecting starch digestibility and the glycemic response with special reference to legumes. *Am. J. Clin. Nutr.* **38**, 481–488 (1983).

53. Augustin, L. S. A. *et al.* Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis. NMCD* **25**, 795–815 (2015).
54. Penlioglou, T., Lambadiari, V. & Papanas, N. The contribution of dietary glycemic index and glycemic load to the development of microvascular complications of diabetes. *Nutr. Burbank Los Angel. Cty. Calif* **89**, 111234 (2021).
55. Vega-López, S., Venn, B. J. & Slavin, J. L. Relevance of the Glycemic Index and Glycemic Load for Body Weight, Diabetes, and Cardiovascular Disease. *Nutrients* **10**, 1361 (2018).
56. Le attività istituzionali del CREA Alimenti e Nutrizione/5: l'educazione alimentare – 2 | CREA futuro. <https://creafuturo.crea.gov.it/10563/> (2024).
57. Harnack, L., Block, G., Subar, A., Lane, S. & Brand, R. Association of cancer prevention-related nutrition knowledge, beliefs, and attitudes to cancer prevention dietary behavior. *J. Am. Diet. Assoc.* **97**, 957–965 (1997).
58. Contento, I. R. Nutrition education: linking research, theory, and practice. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* **17 Suppl 1**, 176–179 (2008).
59. Evert, A. B. *et al.* Nutrition Therapy for Adults With Diabetes or Prediabetes: A Consensus Report. *Diabetes Care* **42**, 731–754 (2019).
60. Raccomandazioni 2013 - 2014 | La Terapia Medica Nutrizionale nel Diabete Mellito.
61. American Diabetes Association. 4. Lifestyle Management. *Diabetes Care* **40**, S33–S43 (2017).
62. Kulkarni, K. *et al.* Nutrition Practice Guidelines for Type 1 Diabetes Mellitus

- positively affect dietitian practices and patient outcomes. The Diabetes Care and Education Dietetic Practice Group. *J. Am. Diet. Assoc.* **98**, 62–70; quiz 71–72 (1998).
63. Sheard, N. F. *et al.* Dietary carbohydrate (amount and type) in the prevention and management of diabetes: a statement by the american diabetes association. *Diabetes Care* **27**, 2266–2271 (2004).
 64. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes—2013. *Diabetes Care* **36**, S11–S66 (2013).
 65. Peterson, D. B. *et al.* Sucrose in the diet of diabetic patients--just another carbohydrate? *Diabetologia* **29**, 216–220 (1986).
 66. Slama, G. *et al.* Sucrose taken during mixed meal has no additional hyperglycaemic action over isocaloric amounts of starch in well-controlled diabetics. *Lancet Lond. Engl.* **2**, 122–125 (1984).
 67. The Diabetes and Nutrition Study Group (DNSG) of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) *et al.* Evidence-based European recommendations for the dietary management of diabetes. *Diabetologia* **66**, 965–985 (2023).
 68. American Diabetes Association *et al.* Nutrition recommendations and interventions for diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* **31 Suppl 1**, S61-78 (2008).
 69. Katsilambros, N., Liatis, S. & Makrilakis, K. Critical review of the international guidelines: what is agreed upon--what is not? *Nestle Nutr. Workshop Ser. Clin. Perform. Programme* **11**, 207–218 (2006).
 70. Associazione Medici Diabetologi [AMD] e Società Italiana di Diabetologia [SID]. Standard Italiani per la cura del Diabete Mellito di tipo 2. Infomedica, Formazione

e Infor- mazione Medica, Torino, 2011.

71. Astrup, A. *et al.* The role of dietary fat in body fatness: evidence from a preliminary meta-analysis of ad libitum low-fat dietary intervention studies. *Br. J. Nutr.* **83 Suppl 1**, S25-32 (2000).
72. Katan, M. B., Zock, P. L. & Mensink, R. P. Trans fatty acids and their effects on lipoproteins in humans. *Annu. Rev. Nutr.* **15**, 473–493 (1995).
73. Garg, A. High-monounsaturated-fat diets for patients with diabetes mellitus: a meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* **67**, 577S-582S (1998).
74. Thomsen, C., Rasmussen, O. W., Hansen, K. W., Vesterlund, M. & Hermansen, K. Comparison of the effects on the diurnal blood pressure, glucose, and lipid levels of a diet rich in monounsaturated fatty acids with a diet rich in polyunsaturated fatty acids in type 2 diabetic subjects. *Diabet. Med. J. Br. Diabet. Assoc.* **12**, 600–606 (1995).
75. Heine, R. J., Mulder, C., Popp-Snijders, C., van der Meer, J. & van der Veen, E. A. Linoleic-acid-enriched diet: long-term effects on serum lipoprotein and apolipoprotein concentrations and insulin sensitivity in noninsulin-dependent diabetic patients. *Am. J. Clin. Nutr.* **49**, 448–456 (1989).
76. Purdel, C., Ungurianu, A. & Margina, D. Metabolic and Metabolomic Insights Regarding the Omega-3 PUFAs Intake in Type 1 Diabetes Mellitus. *Front. Mol. Biosci.* **8**, 783065 (2021).
77. Franz, M. J. *et al.* Evidence-based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications. *Diabetes Care* **25**, 148–198 (2002).
78. Franz, M. J., Boucher, J. L., Green-Pastors, J. & Powers, M. A. Evidence-based

- nutrition practice guidelines for diabetes and scope and standards of practice. *J. Am. Diet. Assoc.* **108**, S52-58 (2008).
79. Holler, H. J. Understanding the use of the exchange lists for meal planning in diabetes management. *Diabetes Educ.* **17**, 474–484 (1991).
80. Matteucci, E. & Giampietro, O. Dietary strategies for adult type 1 diabetes in light of outcome evidence. *Eur. J. Clin. Nutr.* **69**, 285–290 (2015).
81. The Effect of Intensive Treatment of Diabetes on the Development and Progression of Long-Term Complications in Insulin-Dependent Diabetes Mellitus. *N. Engl. J. Med.* **329**, 977–986 (1993).
82. Anderson, E. J. *et al.* Nutrition interventions for intensive therapy in the Diabetes Control and Complications Trial. The DCCT Research Group. *J. Am. Diet. Assoc.* **93**, 768–772 (1993).
83. Training in flexible, intensive insulin management to enable dietary freedom in people with type 1 diabetes: dose adjustment for normal eating (DAFNE) randomised controlled trial. *BMJ* **325**, 746 (2002).
84. Gillespie, S. J., Kulkarni, K. D. & Daly, A. E. Using carbohydrate counting in diabetes clinical practice. *J. Am. Diet. Assoc.* **98**, 897–905 (1998).
85. Kulkarni, K. D. Carbohydrate Counting: A Practical Meal-Planning Option for People With Diabetes. *Clin. Diabetes* **23**, 120–122 (2005).
86. Bell, K. J., Barclay, A. W., Petocz, P., Colagiuri, S. & Brand-Miller, J. C. Efficacy of carbohydrate counting in type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol.* **2**, 133–140 (2014).
87. Fu, S., Li, L., Deng, S., Zan, L. & Liu, Z. Effectiveness of advanced carbohydrate counting in type 1 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Sci.*

- Rep.* **6**, 37067 (2016).
88. Cavanaugh, K. *et al.* Association of numeracy and diabetes control. *Ann. Intern. Med.* **148**, 737–746 (2008).
 89. Marden, S. *et al.* Poor numeracy skills are associated with glycaemic control in Type 1 diabetes. *Diabet. Med. J. Br. Diabet. Assoc.* **29**, 662–669 (2012).
 90. Rothman, R. L. *et al.* Influence of patient literacy on the effectiveness of a primary care-based diabetes disease management program. *JAMA* **292**, 1711–1716 (2004).
 91. Mehta, S. N., Quinn, N., Volkening, L. K. & Laffel, L. M. B. Impact of carbohydrate counting on glycemic control in children with type 1 diabetes. *Diabetes Care* **32**, 1014–1016 (2009).
 92. Brazeau, A. S. *et al.* Carbohydrate counting accuracy and blood glucose variability in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Res. Clin. Pract.* **99**, 19–23 (2013).
 93. Hommel, E. *et al.* Effects of advanced carbohydrate counting guided by an automated bolus calculator in Type 1 diabetes mellitus (StenoABC): a 12-month, randomized clinical trial. *Diabet. Med. J. Br. Diabet. Assoc.* **34**, 708–715 (2017).
 94. Ziegler, R. *et al.* Use of an insulin bolus advisor improves glycemic control in multiple daily insulin injection (MDI) therapy patients with suboptimal glycemic control: first results from the ABACUS trial. *Diabetes Care* **36**, 3613–3619 (2013).
 95. Kawamura, T. *et al.* The factors affecting on estimation of carbohydrate content of meals in carbohydrate counting. *Clin. Pediatr. Endocrinol. Case Rep. Clin. Investig. Off. J. Jpn. Soc. Pediatr. Endocrinol.* **24**, 153–165 (2015).
 96. Ewers, B., Vilsbøll, T., Andersen, H. U. & Bruun, J. M. The dietary education trial in carbohydrate counting (DIET-CARB Study): study protocol for a randomised, parallel, open-label, intervention study comparing different approaches to dietary

- self-management in patients with type 1 diabetes. *BMJ Open* **9**, e029859 (2019).
97. Sharma, R., Upadhyay, B., Lal, N., Sagar, R. & Jain, V. Carbohydrate Counting vs. Fixed Meal Plan in Indian Children with Type 1 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial. *Indian J. Pediatr.* (2023) doi:10.1007/s12098-023-04850-z.
 98. Thomas, D. & Elliott, E. J. Low glycaemic index, or low glycaemic load, diets for diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst. Rev.* **2009**, CD006296 (2009).
 99. Rovner, A. J., Nansel, T. R. & Gellar, L. The effect of a low-glycemic diet vs a standard diet on blood glucose levels and macronutrient intake in children with type 1 diabetes. *J. Am. Diet. Assoc.* **109**, 303–307 (2009).
 100. Zafar, M. I. *et al.* Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* **110**, 891–902 (2019).
 101. Wang, Q., Xia, W., Zhao, Z. & Zhang, H. Effects comparison between low glycemic index diets and high glycemic index diets on HbA1c and fructosamine for patients with diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Prim. Care Diabetes* **9**, 362–369 (2015).
 102. Feinman, R. D. *et al.* Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: critical review and evidence base. *Nutr. Burbank Los Angel. Cty. Calif* **31**, 1–13 (2015).
 103. Eiswirth, M., Clark, E. & Diamond, M. Low carbohydrate diet and improved glycaemic control in a patient with type one diabetes. *Endocrinol. Diabetes Metab. Case Rep.* **2018**, 18–0002 (2018).
 104. Diabetes Control and Complications Trial (DCCT)/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications (EDIC) Study Research Group. Mortality in Type 1 Diabetes in the DCCT/EDIC Versus the General Population. *Diabetes Care* **39**,

- 1378–1383 (2016).
105. de Bock, M. *et al.* Endocrine and metabolic consequences due to restrictive carbohydrate diets in children with type 1 diabetes: An illustrative case series. *Pediatr. Diabetes* **19**, 129–137 (2018).
 106. Scott, S. N., Anderson, L., Morton, J. P., Wagenmakers, A. J. M. & Riddell, M. C. Carbohydrate Restriction in Type 1 Diabetes: A Realistic Therapy for Improved Glycaemic Control and Athletic Performance? *Nutrients* **11**, 1022 (2019).
 107. Seckold, R., Fisher, E., de Bock, M., King, B. R. & Smart, C. E. The ups and downs of low-carbohydrate diets in the management of Type 1 diabetes: a review of clinical outcomes. *Diabet. Med. J. Br. Diabet. Assoc.* **36**, 326–334 (2019).
 108. Bégin, F., Vachon, C., Jones, J. D., Wood, P. J. & Savoie, L. Effect of dietary fibers on glycemia and insulinemia and on gastrointestinal function in rats. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* **67**, 1265–1271 (1989).
 109. Ahola, A. J. *et al.* Associations of dietary macronutrient and fibre intake with glycaemia in individuals with Type 1 diabetes. *Diabet. Med.* **36**, 1391–1398 (2019).
 110. Bell, K. J. *et al.* Impact of Fat, Protein, and Glycemic Index on Postprandial Glucose Control in Type 1 Diabetes: Implications for Intensive Diabetes Management in the Continuous Glucose Monitoring Era. *Diabetes Care* **38**, 1008–1015 (2015).
 111. Marventano, S. *et al.* Whole Grain Intake and Glycaemic Control in Healthy Subjects: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients* **9**, 769 (2017).
 112. Higgins, J. A. Whole grains, legumes, and the subsequent meal effect: implications for blood glucose control and the role of fermentation. *J. Nutr. Metab.* **2012**, 829238 (2012).

RINGRAZIAMENTI

Vorrei dedicare quest'ultima parte del mio elaborato di tesi alle persone che hanno contribuito al completamento di questo percorso accademico e mi hanno accompagnato durante questa esperienza di crescita personale oltre che professionale.

Un sentito ringraziamento va alla mia relatrice, la Professoressa Annunziata Lapolla per avermi permesso di svolgere lo studio presso l'ambulatorio dedicato dell'UO di Diabetologia del Centro Socio Sanitario dei Colli di Padova.

Desidero esprimere la mia più profonda gratitudine alle mie correlatrici, la Dott.ssa Silvia Pastrolin e la Dott.ssa Manuela Nogara, per aver accettato di guidare e supportare il mio progetto di tesi. La loro dedizione, competenza e incoraggiamento sono stati fondamentali per la realizzazione di questo lavoro.

Ringrazio la Dott.ssa Romina Valentini, coordinatrice delle attività didattiche, e le Dottoresse Giorgia Gugelmo e Alice Toniolo, le quali hanno rivestito un ruolo fondamentale come tutor di tirocinio durante il corso di studi.

Desidero esprimere un sincero ringraziamento ai pazienti che ho avuto il privilegio di incontrare durante il mio percorso di tesi. Essi hanno avuto un ruolo fondamentale nel mio lavoro, dalle visite ambulatoriali fino alla partecipazione al campo scuola per diabetici di tipo 1 nel settembre 2023, accanto alla Dott.ssa Elena Conte. Un ringraziamento speciale va alla Dott.ssa Silvia Pastrolin per avermi offerto l'opportunità di partecipare a questa preziosa esperienza. Durante questo campo scuola, sono stata coinvolta attivamente nell'assistenza ai pazienti, aiutandoli nel conteggio dei carboidrati durante le attività di gruppo e ai pasti, ma ho anche potuto apprendere come ciascun individuo affronta la propria condizione diabetica in modo unico.

Questa esperienza non solo ha arricchito il mio bagaglio professionale, ma ha anche rappresentato un'occasione di crescita personale di inestimabile valore.

Infine, vorrei ringraziare la mia forza e la tenacia che mi ha permesso di arrivare fino a qui, desidero dedicare questo elaborato a me stessa, e a tutti coloro che convivono con il diabete di tipo 1 o che lo vivono indirettamente stando accanto a chi lo vive in prima persona.

Il Diabete è diventato il mio compagno di vita forse troppo presto, sono ormai vent'anni che spesso mi trovo in conflitto per mantenerlo sotto controllo, la vita con lui non è sempre stata facile, e non lo sarà probabilmente mai, ma a volte penso che senza di esso non sarei la persona che sono oggi.

A modo suo mi ha permesso di conoscere delle persone fantastiche che ora fanno parte della mia vita ed ha contribuito a farmi diventare più responsabile, riflessiva ed empatica; con questo spero di poter utilizzare la mia esperienza nel mio futuro professionale per aiutare coloro che, come me, vivono questa condizione, per offrire comprensione, sostegno e supporto a chi ne ha più bisogno.