

La pratica infermieristica si innova ogni giorno, concentrandosi sull'autosufficienza del paziente come parte integrante della guarigione.

Dorothea Orem

INDICE

ABSTRACT

1. INTRODUZIONE	1
1.1 Classificazione del diabete	5
1.2 Diagnosi di diabete.....	9
1.3 Complicanze del diabete	11
1.3.1 Complicanze acute.....	11
1.3.2 Complicanze croniche	13
1.4 Gestione del diabete	17
1.4.1 Trattamento Diabete di Tipo 1	18
1.4.2 Trattamento Diabete di Tipo 2	20
2. OBIETTIVO.....	23
3. MATERIALI E METODI.....	24
4. RISULTATI.....	25
4.1 Telemedicina	25
4.1.1 Definizione e Caratteristiche	25
4.2 Vantaggi della telemedicina.....	28
4.3 Applicazioni della telemedicina nella cura del diabete.....	30
4.3.1 Possibilità e Utilizzi.....	30
4.4 Soluzioni di telediabetologia disponibili.....	33
4.4.1 Metodi avanzati di telediabetologia basati sulle nuove tecnologie	34
4.5 Innovazioni tecnologiche nella gestione del diabete.....	39
4.5.1 Automonitoraggio della glicemia	40
4.5.2 Controllo glicemico: dispositivi utilizzati	44
5. CONCLUSIONI.....	46
6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	48

ABSTRACT

Introduzione: il diabete mellito è una malattia cronica caratterizzata da alti livelli di glucosio nel sangue dovuti a una produzione o funzione alterata dell'insulina, l'ormone che regola l'uso del glucosio nelle cellule. La sua prevalenza è in forte crescita a livello globale, soprattutto nei paesi a basso e medio reddito, con il diabete di tipo 2 che rappresenta circa il 90% dei casi. Il diabete è una priorità per i sistemi sanitari poiché comporta costi sanitari crescenti e un impatto economico significativo.

Obiettivo: questa tesi si propone di valutare l'efficacia dell'utilizzo della telemedicina nella gestione e nel monitoraggio del diabete di tipo 1 e 2, mettendo in luce come le tecnologie digitali possano favorire un miglior accesso alle cure, agevolare l'autogestione della patologia e migliorare i risultati clinici.

Materiali e metodi: è stata effettuata una revisione della letteratura consultando articoli scientifici tramite banche dati internazionali, quali: Pubmed e Elsilver Sciencedirect, CHINAIL E COCHRANE con l'utilizzo di operatori booleani And e OR. I dati raccolti sono stati integrati con articoli del Ministero della Salute e dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

Risultati: La telemedicina permette di fornire servizi sanitari a distanza attraverso tecnologie avanzate, migliorando l'accesso alle cure, soprattutto in aree remote e per pazienti con malattie croniche. Offre vantaggi come la riduzione dei costi, una migliore gestione delle emergenze, e un monitoraggio continuo delle condizioni di salute. Per quanto riguarda il diabete, la telemedicina offre un approccio efficace, specialmente per i pazienti con diabete di tipo 2, attraverso il monitoraggio continuo dei livelli di glucosio e l'adozione di abitudini alimentari e di esercizio fisico. I dispositivi indossabili e le piattaforme digitali facilitano l'autogestione e permettono un controllo glicemico in tempo reale, riducendo la necessità di visite ambulatoriali frequenti. La telemedicina fornisce supporto psicologico e nutrizionale a distanza, migliorando la qualità della vita e riducendo l'onere della malattia.

Conclusioni: la telemedicina rappresenta un'importante innovazione in ambito sanitario, offrendo vantaggi significativi sia per i pazienti che per i professionisti. Facilita l'accesso alle cure, specialmente per le popolazioni svantaggiate, e si rivela particolarmente

efficace nella gestione del diabete, grazie a un monitoraggio personalizzato e continuo. Migliora l'aderenza terapeutica, il controllo glicemico e offre supporto psicologico, riducendo i costi e l'impatto ambientale.

1. INTRODUZIONE

Il diabete mellito è una patologia cronica ed evolutiva, caratterizzata dalla presenza di elevati livelli di glucosio nel sangue (iperglicemia) determinati da un'alterata quantità o funzione dell'insulina, l'ormone prodotto dal pancreas che consente al glucosio l'ingresso nelle cellule e il suo conseguente utilizzo come fonte energetica.

È definito dall'OMS come “disordine metabolico ad eziologia multipla, caratterizzato da iperglicemia cronica con alterazioni del metabolismo dei carboidrati, dei lipidi e delle proteine, derivanti da difetti della secrezione insulinica o dell'azione insulinica o di entrambe”.

Il diabete viene identificato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) quale priorità globale per tutti i sistemi sanitari poiché la sua prevalenza è in continua crescita in tutto il mondo soprattutto nei paesi a basso e medio reddito. Ad oggi nel mondo si stimano oltre 530 milioni di adulti con diabete, numero destinato ad aumentare a 640 milioni nel 2030.

Cresce soprattutto il diabete tipo 2, che rappresenta circa il 90% dei casi, fortemente legato all'eccesso ponderale, associato frequentemente a stili vita non salutari e contesti sociali eterogenei. Gli italiani affetti da diabete tipo 2 sono circa il 6% della popolazione, cioè quasi 4 milioni di persone. Si stima, tuttavia, che a questo numero possa aggiungersi circa 1,5 milioni di persone affette da malattia non ancora diagnosticata.

Il diabete, come altre malattie croniche, pur essendo in parte prevenibile è più diffuso tra i gruppi socialmente sfavoriti, poiché fattori legati al contesto socioeconomico, alle condizioni di vita e di lavoro nonché fattori psicosociali assumono un ruolo rilevante nella storia naturale della patologia. Infatti, nonostante i principali indicatori di stato di salute generale, mortalità e attesa di vita delle popolazioni europee e occidentali, siano in continuo miglioramento, questo fenomeno virtuoso è distribuito eterogeneamente nella popolazione, differenziandosi per livello sociale. (Ministero della Salute Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria Ufficio, 22).

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), la prevalenza del diabete mellito è in continuo aumento. Nel 2000, la stima globale di adulti con diabete era pari a

151 milioni. Nel 2009 era cresciuta a 285 milioni. La mortalità nelle persone con diabete è 1,9 volte quella dei non diabetici e per le donne il rapporto sale a 2,6.

Il diabete è, inoltre, responsabile di circa il 60% delle amputazioni non traumatiche della gamba secondarie, nell'85% dei casi, alle ulcerazioni del piede, determinate sia dalla vasculopatia micro e macrovascolare sia alle neuropatie periferiche tipiche della patologia, sulle quali si innestano traumi intercorrenti.

L'International Diabetes Federation (IDF), nel 2021, calcola che, nel mondo, 537 milioni di persone tra 20 e 79 anni, circa 1 adulto su 10, siano diabetiche e che un ulteriore 1,2 milioni di bambini e adolescenti (0-19 anni) abbia il diabete di tipo 1. Il numero di adulti con diabete è, inoltre, destinato ad aumentare a 643 milioni nel 2030 e 783 milioni nel 2045. Nel 2021, le morti attribuibili al diabete nel mondo, tra 20 e 79 anni, sono state 6,7 milioni, il 32,6% del totale nei soggetti di età inferiore ai 60 anni. (Ministero della Salute, relazione 2022).

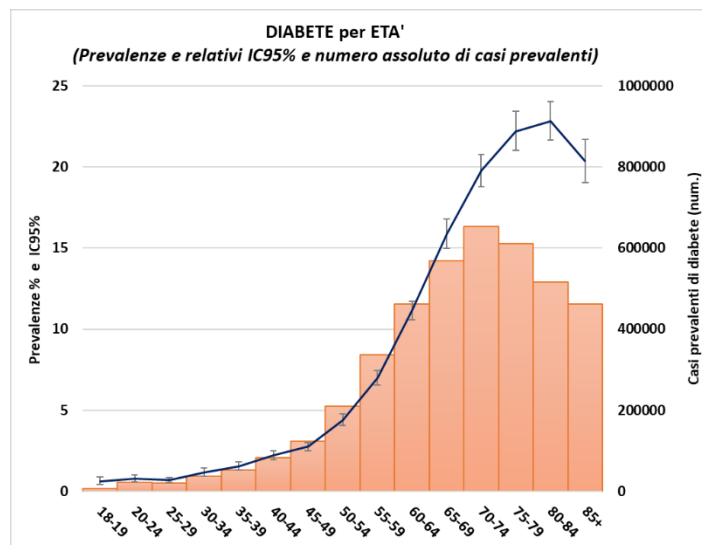


Figura.1 Diabete per classi di età: prevalenze medie annue 2016-2022 e stima del numero di casi prevalenti al 1° gennaio 2023 fra i residenti in Italia. PASSI e PASSI d'Argento 2016-2022 (Istituto Superiore di Sanità).

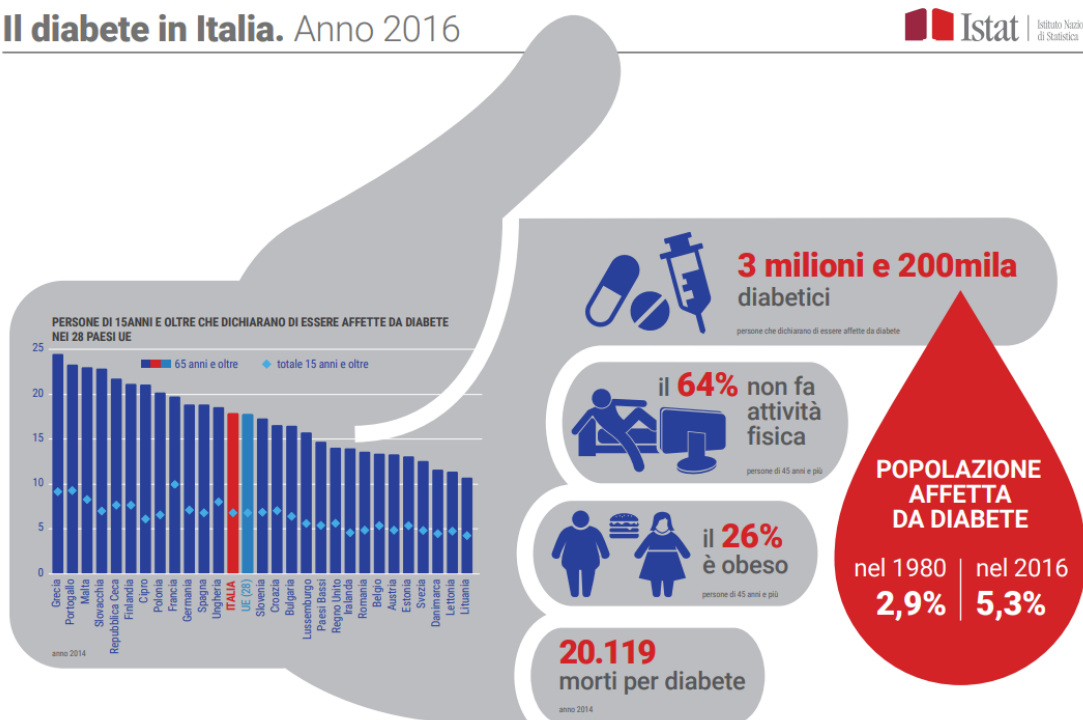


Figura 2. Diabete in Italia anno 2016. (ISTAT)

La malattia è associata a numerose complicazioni legate alla salute e ad alti tassi di morbilità e mortalità, e impone quindi, notevoli oneri sociali ed economici in tutto il mondo (IDF Diabetes Atlas 2021). L'effetto di un aumento della popolazione diabetica ha comportato un aumento dei costi e un sovraccarico dei medici (Al-Badri M & Hamdy O, 2021).

FATTORI CHE CONTRIBUISCONO AI COSTI SANITARI DIRETTI PER IL DIABETE (OSSERVATORIO ARNO).

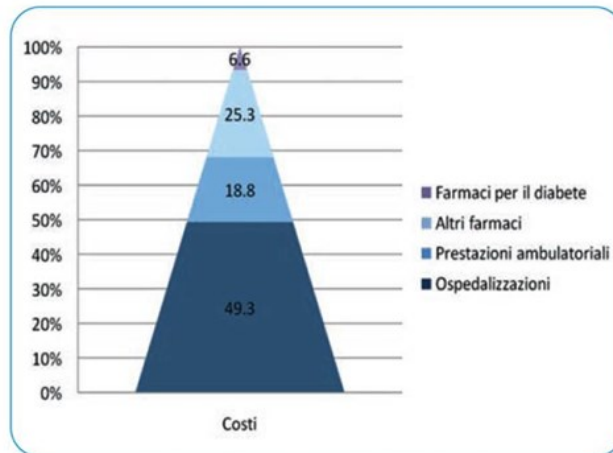


Figura 3. Fattori che contribuiscono ai costi sanitari diretti per il diabete (Osservatorio ARNO).

La prevalenza e i costi del diabete sono in continuo e rapido aumento (Teutsch S; 2006), (Zhang P et al., 2004). Da un lato, infatti, è in atto un incremento della spesa sanitaria imputabile alla cura della malattia e delle sue complicanze, dall'altro l'“epidemia” di obesità si va traducendo in una parallela “epidemia” di diabete nei Paesi industrializzati e, soprattutto, in quelli in via di sviluppo (Wild S et al., 2004), (Wareham NJ & Forouhi NG.; 2005).

Risorse economiche limitate, inflazione, incremento nella domanda di prestazioni e maggior offerta di strategie terapeutiche sono condizioni limitanti le scelte degli amministratori della sanità e dei medici stessi. In questo senso, dunque, considerazioni di economia sanitaria (intesa come scienza che studia come massimizzare il rendimento di risorse economiche limitate per soddisfare bisogni di salute, invece, illimitati) sono indispensabili per il diabetologo per almeno tre ragioni.

La prima, è che il diabete è costoso. Gli studi economici internazionali sono concordi nello stimare la dimensione assoluta del problema: in Europa e negli Stati Uniti almeno il 6–15% della spesa sanitaria è utilizzato dalla popolazione diabetica (Hogan P et al., 2003).

La seconda, è che la necessità di risorse è destinata a crescere progressivamente per effetto sia dell'inflazione, sia dell'incremento della prevalenza della malattia (Ettaro L et al., 2004). Negli Stati Uniti la spesa annua pro capite della popolazione diabetica è passata da \$ 10.071 nel 1997 a \$ 13.243 nel 2002 (+30%). In Australia è stato stimato che, solo per l'effetto dell'invecchiamento della popolazione generale, si registrerà da qui al 2050 un incremento dei costi diretti pari a 2,5 volte (Davis WA et al., 2006).

La terza ragione è che, in un ambito di risorse economiche limitate, le scelte di spesa devono essere basate su valutazioni di "costo-opportunità": il costo di un intervento sanitario rivolto alla prevenzione e alla cura del diabete, infatti, non è rappresentato solo dal denaro speso per l'intervento prescelto, ma anche dai mancati esiti che si sarebbero ottenuti mettendo in atto interventi diversi ("le alternative perdute").

Rispetto ad altri ambiti della ricerca epidemiologica, gli studi volti a stimare il costo del diabete offrono una prospettiva diversa della dimensione della malattia, volta a quantificarne l'impatto in termini economici sulla società e ad indirizzare le scelte di politica sanitaria verso gli approcci con il più favorevole rapporto costo-efficacia (Zhang P et al., 2004).

1.1 Classificazione del diabete

Diabete di tipo 1 (a eziologia autoimmune, che determina la distruzione delle cellule beta del pancreas e la conseguente carenza assoluta di insulina, incluso il diabete autoimmune latente dell'età adulta).

Il diabete mellito di tipo 1 è una patologia cronica, autoimmune, dipendente da un'alterazione del sistema immunitario, che comporta la distruzione di cellule dell'organismo riconosciute come estranee e verso le quali vengono prodotti degli anticorpi (autoanticorpi) che le attaccano. Nel caso del diabete tipo 1, vengono distrutte le cellule del pancreas che producono insulina (cellule beta).

L'insulina è l'ormone che regola i livelli di glucosio (zucchero) nel sangue e, come una chiave che apre una porta, ne permette l'ingresso nelle cellule per essere utilizzato come fonte di energia. Il principale segno della malattia è, perciò, l'eccesso di glucosio nel sangue (iperglicemia).

Il diabete di tipo 1 rappresenta circa il 10% dei casi di diabete. È detto anche diabete giovanile o insulino-dipendente, per distinguerlo dal tipo 2 (detto anche dell'adulto), in quanto insorge, di solito, in giovane età e l'unico trattamento possibile è quello con insulina.

Si sviluppa in genere durante gli anni dell'adolescenza, ma può comparire anche in bambini neonati o in giovani adulti e dura tutta la vita. In Italia le persone con diabete di tipo 1 sono circa 300.000 e l'incidenza di questa patologia è in aumento in tutto il mondo. Il diabete di tipo 1 può essere difficilmente prevenuto, in quanto sono ancora poco chiari i fattori di rischio, che interagiscono con la predisposizione genetica scatenando la reazione autoimmune. (Ministero della Salute, Data di pubblicazione: 9 novembre 2018, ultimo aggiornamento 29 luglio 2024).

Diabete di tipo 2 (causato dalla progressiva perdita di un'adeguata secrezione di insulina da parte delle cellule beta del pancreas, frequentemente correlato all'insulino-resistenza).

Il diabete mellito di tipo 2, detto anche diabete dell'adulto, rappresenta il 90% dei casi di diabete. È una malattia cronica non trasmissibile caratterizzata da elevati livelli di glucosio nel sangue ed è dovuta a un'alterazione della quantità o del meccanismo d'azione dell'insulina.

È detto di tipo 2 per differenziarlo dal tipo 1, in quanto si tratta di due patologie distinte, per cause, età di insorgenza, sintomatologia di esordio, terapia e possibilità di prevenzione.

Il diabete di tipo 2 è fortemente correlato a sovrappeso e obesità, scorretta alimentazione, sedentarietà nonché a condizioni socioeconomiche svantaggiate e pertanto è, in parte, prevenibile attraverso interventi sull'ambiente di vita e azioni che favoriscano la modifica degli stili di vita non salutari, in particolare per quel che riguarda l'alimentazione e l'attività fisica. (Ministero della Salute, data di pubblicazione: 2 marzo 2021, ultimo aggiornamento 29 luglio 2024).

Tipi specifici di diabete dovuti ad altre cause, ad esempio sindromi da diabete monogenico (come il diabete neonatale e il diabete ad esordio precoce dei giovani-MODY), malattie del pancreas esocrino (come la fibrosi cistica e la pancreatite) e diabete

indotto da farmaci o sostanze chimiche (come per l'uso di glucocorticoidi, nel trattamento dell'HIV / AIDS o dopo trapianto di organi).

Diabete mellito gestazionale, questo si sviluppa durante la gravidanza, in genere nel secondo o terzo trimestre, e comporta un aumento temporaneo della glicemia dovuto all'insulino-resistenza indotta dagli ormoni placentari (Metzger et al., 2008). Le donne che sviluppano diabete gestazionale hanno un rischio significativamente maggiore di sviluppare diabete di tipo 2 in seguito alla gravidanza, con una prevalenza che varia dal 30% al 50% nei 5-10 anni successivi (Bellamy et al., 2009). Il diabete gestazionale non trattato può portare a complicazioni come la macrosomia fetale, parto pretermine, e ipoglicemia neonatale (Crowther et al., 2005).

Tabella 1. Differenze tra Diabete tipo 1 e Diabete tipo 2
 (<https://www.salute.gov.it/portale/nutrizione/dettaglioContenutiNutrizione>)

Differenze tra Diabete tipo 1 e Diabete tipo 2		
	Tipo 1	Tipo 2
Prevalenza	Circa 0,5% (dati ISTAT)	Circa 6% (dati ISTAT)
Causa	Distruzione cellule beta del pancreas	Ridotta sensibilità e resistenza all'insulina
Sintomatologia	Sempre presente Spesso eclatante e a inizio brusco	Spesso modesta o assente o sfumata
Tendenza alla chetosi* *per utilizzo dei grassi come fonte di energia, invece del glucosio, con formazione di chetoni	Presente	Assente
Peso	Generalmente normale	Generalmente in eccesso
Età di esordio	Bambini o più comunemente <30 anni	Più comunemente >40 anni
Insulina circolante	Ridotta o assente	Normale o aumentata
Autoimmunità	Presente	Assente

1.2 Diagnosi di diabete

Diagnosi diabete di tipo 1

I principali esami ematochimici e delle urine per confermare la diagnosi sono (Ministero della Salute data di pubblicazione: 9 novembre 2018, ultimo aggiornamento 29 luglio 2024):

- Glicemia (glicemia uguale o maggiore di 200mg/dl, in qualunque momento della giornata, associata ai sintomi del diabete oppure, nei casi dubbi, glicemia a digiuno uguale o maggiore di 126mg/dl).
- Glicosuria (presenza di zucchero nelle urine). La glicosuria è uno dei primi segni di diabete mellito non controllato ed è caratterizzata dalla presenza di glucosio nelle urine, che si verifica quando i livelli di glicemia superano la soglia renale di riassorbimento, generalmente intorno ai 180 mg/dL (Tiwari & Bhargava, 2015). La soglia renale per il glucosio può variare tra gli individui e tendere ad aumentare con l'età, rendendo la glicosuria un segno meno affidabile nei pazienti anziani per la diagnosi di diabete (Beck-Nielsen et al., 2003).
- Chetonuria (presenza di chetoni nelle urine). La chetonuria si verifica quando i corpi chetonici sono presenti nelle urine, indicando un metabolismo alterato dei carboidrati e dei grassi, come accade comunemente durante episodi di chetoacidosi diabetica nei pazienti con diabete di tipo 1 (Kitabchi et al., 2009). La chetonuria è considerata un segnale precoce di chetoacidosi diabetica, una complicanza potenzialmente pericolosa caratterizzata dall'accumulo di chetoni nel sangue a causa di una grave carenza di insulina (Umpierrez et al., 2016). La rilevazione della chetonuria è un metodo semplice ed efficace per monitorare l'accumulo di chetoni durante episodi di scompenso metabolico nei pazienti diabetici e viene eseguita tramite test urinari che rilevano acetone e acetoacetato (Wallace & Matthews, 2004).
- Dosaggio del *peptide C* * nel sangue, per valutare quanta insulina è ancora presente in circolo. Il dosaggio del peptide C nel sangue è un indicatore affidabile della produzione endogena di insulina, poiché il peptide C viene rilasciato in quantità equimolare all'insulina durante la scissione della proinsulina nel pancreas

(Leighton et al., 2009). La misurazione del peptide C è utilizzata clinicamente per valutare la funzione residua delle cellule beta pancreatiche nei pazienti con diabete mellito di tipo 1, dove la produzione di insulina è ridotta o assente (Jones & Hattersley, 2013). Il peptide C è particolarmente utile nella diagnosi differenziale tra diabete di tipo 1 e tipo 2, poiché livelli bassi o non rilevabili sono tipici del diabete di tipo 1, mentre nel diabete di tipo 2 i livelli possono essere normali o elevati (Besser et al., 2011).

- Dosaggio degli autoanticorpi contro le cellule pancreatiche (anti-insulina o ICA, anti-decarbossilasi dell'acido glutammico o anti GAD, anti-proteina IA-2 e IAA e anti-ZNT8). Gli autoanticorpi specifici per le cellule beta pancreatiche, come gli autoanticorpi contro l'insulina (IAA), l'anti-GAD (glutammato decarbossilasi), e gli anti-IA2, giocano un ruolo fondamentale nella diagnosi precoce del diabete di tipo 1, distinguendo questa forma di diabete dalle altre (Knip et al., 2010).

*Il *peptide C* è un composto di 31 aminoacidi che ha origine dalle cellule beta-pancreatiche ed è incorporato nella pre-proinsulina, ossia la proteina che precorre l'insulina.

Diagnosi diabete di tipo 2

La diagnosi di diabete mellito di tipo 2 si fa attraverso gli esami del sangue e delle urine, prescritti dal Medico curante, al quale vi invitiamo a rivolgervi in caso di comparsa di sintomi riferibili a questa patologia. (Ministero della Salute data di pubblicazione: 2 marzo 2021, ultimo aggiornamento 29 luglio 2024)

I test principali per la diagnosi di diabete di tipo 2 da associare alla valutazione clinica sono:

- Glicemia al mattino dopo almeno 8 ore di digiuno (valori uguali o superiori a 126 mg/dl sono considerati indicativi di diabete), ripetuta in due giornate differenti
- Esame delle urine (per valutare la presenza di glucosio nelle urine, ovvero la glicosuria).
- Emoglobina glicosilata (HbA1c - dà una valutazione media della glicemia degli ultimi 2-3 mesi e, se superiore a 6,5%, è considerata indicativa di diabete).

L'emoglobina glicata (HbA1c) riflette la media dei livelli di glucosio nel sangue negli ultimi 2-3 mesi, fornendo una misura a lungo termine del controllo glicemico nei pazienti diabetici (Nathan et al., 2008). Il monitoraggio dell'HbA1c è fondamentale per la gestione del diabete, poiché un aumento dei livelli è strettamente associato al rischio di complicanze microvascolari e macrovascolari, come la retinopatia e la nefropatia diabetica (Stratton et al., 2000). L'HbA1c può essere influenzata da fattori come anemia, emoglobinopatie o insufficienza renale, rendendo necessario un attento esame clinico in alcune situazioni per interpretare correttamente i valori (Kim et al., 2010).

- Test da carico orale di glucosio (dopo la valutazione della glicemia basale, viene fatta bere una bevanda standard contenente 75 grammi di glucosio e, a distanza di 2 ore, il riscontro di una glicemia uguale o superiore a 200 mg/dl indica la presenza di diabete).

1.3 Complicanze del diabete

L'insorgenza delle complicanze diabetiche è strettamente correlata alla durata della malattia e al grado di controllo glicemico; i pazienti che mantengono un controllo glicemico inadeguato presentano un rischio significativamente maggiore di sviluppare complicanze croniche (Stratton et al., 2000). L'iperglicemia cronica, che caratterizza il diabete mellito, è il principale fattore che contribuisce all'insorgenza delle complicanze, poiché provoca danni ai vasi sanguigni attraverso meccanismi complessi, tra cui la formazione di prodotti avanzati di glicazione (Brownlee, 2001).

1.3.1 Complicanze acute

Si tratta di complicanze che possono comparire acutamente sin dagli esordi della malattia e, comunque, per tutto il suo decorso e che possono portare a gravi conseguenze se non adeguatamente trattate. Tra le complicanze a breve termine si segnalano l'ipoglicemia (glicemia inferiore a 70 mg/dl), l'iperglicemia (glicemia a digiuno superiore a 126 mg/dl) e la chetoacidosi (sebbene sia rara nel diabete di tipo 2). (Ministero della Salute, Data di pubblicazione: 9 novembre 2018, ultimo aggiornamento 29 luglio 2024).

Chetoacidosi diabetica

A causa della mancanza di insulina, che può essere considerata come una chiave d'ingresso, lo zucchero non può entrare nelle cellule per essere utilizzato come fonte di energia. Le cellule, quindi, cominciano a utilizzare i grassi a scopo energetico, provocando la formazione di sostanze tossiche per l'organismo: i chetoni (chetoacidosi diabetica).

La chetoacidosi diabetica (DKA) è una grave complicanza metabolica del diabete, caratterizzata da iperglicemia, acidosi metabolica e presenza di chetoni nel sangue e nelle urine, tipicamente associata a una carenza acuta di insulina (Kitabchi et al., 2009).

La DKA si presenta più comunemente nei pazienti con diabete di tipo 1, ma può verificarsi anche nei pazienti con diabete di tipo 2 in situazioni di stress estremo, come infezioni o traumi, che aumentano la richiesta di insulina (Umpierrez et al., 2002).

Questo può far comparire i seguenti sintomi:

- nausea e vomito
- dolori addominali
- alito acetone (con odore di mele marce).

Il trattamento della chetoacidosi diabetica richiede una gestione intensiva con fluidi per correggere la disidratazione, insulina per ridurre la glicemia e correggere l'acidosi, e reintegrazione degli elettroliti, in particolare il potassio, che spesso si riduce durante la terapia (Wolfsdorf et al., 2018).

Il ritardo nel trattamento della DKA può portare a complicazioni gravi come il coma diabetico o, nei casi più estremi, la morte, rendendo fondamentale il riconoscimento precoce dei sintomi, tra cui poliuria, polidipsia, nausea e respiro di Kussmaul (Misra & Oliver, 2015).

Ipoglicemia

La complicanza più temibile è l'ipoglicemia, cioè l'improvviso calo degli zuccheri nel sangue, con glicemia inferiore a 70mg/dl, dovuto a un'eccessiva dose di insulina o a un pasto inadeguato rispetto all'insulina somministrata o a uno sforzo fisico eccessivo e non accompagnato dall'assunzione di zuccheri.

I sintomi dell'ipoglicemia possono comparire anche in presenza di valori un po' più elevati, qualora si verifichi un rapido abbassamento della glicemia stessa.

Sintomi dell'ipoglicemia:

- sudorazione
- tremore
- irritabilità
- senso di fame
- palpitazioni
- confusione e debolezza

In questa fase lo stesso paziente può porre fine alla sintomatologia, assumendo zucchero o un bicchiere di una bevanda zuccherata. La glicemia va valutata dopo circa 15 minuti, assumendo nuovamente zuccheri fino a quando non si raggiunga un valore di 100mg/dl. Se non si interviene subito, i sintomi possono peggiorare fino alla perdita di coscienza, alle convulsioni e al coma.

Iperglicemia

L'aumento eccessivo della glicemia può essere causato da un pasto troppo abbondante o inadeguato rispetto alla dose di insulina somministrata o per una malattia concomitante (come l'influenza) o per aver saltato la terapia.

I sintomi dell'iperglicemia sono:

- necessità di urinare di frequente
- sete intensa
- secchezza della bocca
- stanchezza
- vista annebbiata
- difficoltà di concentrazione.

1.3.2 Complicanze croniche

Le complicazioni del diabete sono comuni tra i pazienti con diabete di tipo 1 o di tipo 2 ma, allo stesso tempo, sono responsabili di significativa morbilità e mortalità. Le complicazioni croniche del diabete sono ampiamente divise in microvascolari e

macrovascolari, con le prime che hanno una prevalenza molto più elevata delle seconde (Deshpande AD et al., 2008).

Le complicazioni microvascolari includono neuropatia, nefropatia e retinopatia, mentre le complicazioni macrovascolari consistono in malattie cardiovascolari, ictus e malattia arteriosa periferica (PAD).

La sindrome del piede diabetico è stata definita come la presenza di ulcera del piede associata a neuropatia, PAD e infezione, ed è una delle principali cause di amputazione degli arti inferiori (Tuttolomondo A et al., 2015).

Infine, ci sono altre complicazioni del diabete che non possono essere incluse nelle due categorie sopra menzionate come la malattia dentale, la ridotta resistenza alle infezioni e le complicazioni alla nascita tra le donne con diabete gestazionale (Deshpande AD et al., 2008).

Complicanze microvascolari

NEFROPATIA: La nefropatia diabetica è il principale fattore scatenante dell'insufficienza renale terminale nelle regioni occidentali del mondo (Gilbertson DT et al., 2015) e uno scarso controllo glicemico è un fattore di rischio per l'insorgenza della nefropatia diabetica (UK Prospective Diabetes Study Group (UKPDS)). Clinicamente, la nefropatia è accompagnata da un'emergenza di proteinuria con una concomitante riduzione della velocità di filtrazione glomerulare, che porta a uremia fatale se non trattata. La malattia renale è anche caratterizzata da complicazioni macrovascolari, tra cui ictus e infarti (Forbes JM & Cooper ME, 2013).

RETINOPATIA: La retinopatia diabetica è la causa principale di cecità negli individui di età compresa tra 20 e 74 anni (Frank RN, 2004), (Hirai FE et al., 2011) poiché innesca una serie di lesioni nella retina. È tipicamente caratterizzata da cambiamenti della permeabilità vascolare, degenerazione capillare, microaneurismi capillari e produzione anomala di vasi sanguigni. Anche la deficienza della visione dei colori è un altro effetto comune della retinopatia (Frank RN, 2004). Secondo Forbes e Cooper (Forbes JM & Cooper ME, 2013) l'iperglicemia induce alterazioni nella barriera emato-retinica e nella sua permeabilità vascolare nelle fasi iniziali della retinopatia diabetica. Tuttavia, i disturbi visivi che si verificano in questa fase non sono evidenti alla maggior parte dei malati.

NEUROPATIA: La neuropatia diabetica comporta la distruzione dei nervi ed è una delle complicazioni diabetiche più diffuse. Più della metà dei pazienti diabetici soffre di neuropatia (Abbott CA et al., 2011), (Colloca L et al., 2017). La neuropatia diabetica è il principale fattore di rischio per la compromissione della guarigione delle ferite comunemente riscontrata nel DM (Forbes JM & Cooper ME, 2013). La neuropatia diabetica avanzata, come risultato della compromissione della fibra nervosa, porta a un declino totale della percezione sensoriale. Altre complicazioni associate alla neuropatia diabetica includono disfunzione erettile, disfunzione cardiovascolare, parestesia, iperalgesia e allodinia. (Forbes JM & Cooper ME, 2013), (Obrosova IG, 2009).

Complicanze macrovascolari

MALATTIA CARDIOVASCOLARE: C'è un'alta prevalenza di malattie cardiovascolari tra gli individui affetti da DM (Forbes JM & Cooper ME, 2013). Le malattie cardiovascolari sono responsabili di oltre la metà del numero totale di decessi registrati a seguito di complicazioni diabetiche (Laing SP et al., 2003). Il rischio di infarto miocardico tra i pazienti diabetici era equivalente a quello dei soggetti umani normali con una precedente storia di infarto miocardico (Haffner SM et al., 1998). I principali disturbi associati alle malattie cardiovascolari tra gli individui diabetici includono l'aterosclerosi prematura, accompagnata da infarto miocardico, ictus e disfunzione cardiaca (Forbes JM & Cooper ME, 2013). Inoltre, la malattia cardiovascolare nel DM di tipo 1 si verifica in sequenza all'ostruzione della funzionalità renale (Prince CT et al., 2007), (Groop PH et al., 2009).

ICTUS: Lo studio INTERSTROKE, che è uno studio caso-controllo che ha reclutato pazienti che hanno sviluppato un ictus acuto e quelli senza una storia di ictus in 22 paesi, ha dimostrato un aumento del 35% del rischio di ictus nei pazienti con una storia auto-riferita di diabete (O'Donnell MJ et al., 2010). In una meta-analisi con 102 studi prospettici, i pazienti diabetici avevano un rischio 2,3 volte maggiore di sviluppare un ictus ischemico e un rischio 1,6 volte maggiore di sviluppare un ictus emorragico rispetto ai non diabetici (Sarwar N. et al., 2010). Il diabete è anche correlato a un esito peggiore e a una maggiore disabilità dopo un ictus. Tra i pazienti ricoverati per ictus acuto, il diabete è stato associato a un rischio più elevato di morte o dipendenza funzionale (caratterizzata da una scala di Rankin modificata di 3-6) (Jia Q. et al., 2011). L'Australian

Stroke Unit Registry ha dimostrato un esito funzionale peggiore 3 mesi dopo un ictus acuto nei pazienti con diabete rispetto a quelli senza (Knoflach M. et al., 2012). La recidiva dell'ictus è anche influenzata dal diabete. Lo studio olandese TIA, che ha studiato pazienti che hanno sviluppato un ictus ischemico minore o attacchi ischemici transitori (TIA), ha mostrato un rischio 2,10 volte più alto di sviluppare un ictus non fatale tra i pazienti diabetici rispetto ai soggetti non diabetici (Van Wijk I. et al., 2005).

MALATTIA ARTERIOSA PERIFERICA: La malattia arteriosa periferica (PAD) è una complicanza macrovascolare comune nei pazienti con diabete. Lo studio German Epidemiological Trial on Ankle Brachial Index (GETABI) ha dimostrato che tra i pazienti di età pari o superiore a 65 anni, i pazienti diabetici hanno un tasso di PAD 2 volte superiore (definito come $ABI < 0,9$), nonché un rischio 2,5 volte superiore di claudicatio intermittens (Lange S. et al., 2004).

Nei pazienti a cui è stata diagnosticata la PAD, il rischio di sviluppare un'ulcerazione ischemica aumenta di oltre il 20% in 10 anni, con una probabilità 3 volte superiore tra i diabetici. Inoltre, il 30% dei pazienti ha manifestato dolore ischemico a riposo durante il follow-up e il diabete ha aumentato il rischio di 1,8 volte (Aquino R. et al., 2001). L'ABI è utile per identificare la PAD e quantificarne la gravità. Il valore 0,9 è stato utilizzato come cut-off per i segni di occlusione arteriosa.

Tuttavia, i pazienti diabetici possono avere certi gradi di occlusione arteriosa a un valore ABI più alto, il che si traduce in una sottodiagnosi della PAD in questa popolazione (Hirsch AT et al., 2001). Uno studio ha dimostrato che il valore cut-off con la massima sensibilità e specificità per i pazienti diabetici è compreso tra 1,0 e 1,1 (Clairotte C et al., 2009).

La gestione ottimale della glicemia, tramite terapie farmacologiche appropriate e modifiche dello stile di vita, è fondamentale per ridurre il rischio di complicanze microvascolari e macrovascolari nel diabete (Nathan et al., 2008). Studi clinici hanno dimostrato che il controllo intensivo della glicemia riduce significativamente l'incidenza di complicanze come retinopatia, nefropatia e neuropatia nei pazienti con diabete di tipo 1 e di tipo 2 (DCCT Research Group, 1993; UKPDS Group, 1998).

L'educazione dei pazienti sul diabete e sulle tecniche di autogestione, come il monitoraggio regolare della glicemia e l'alimentazione equilibrata, è essenziale per migliorare il controllo glicemico e prevenire le complicanze (Funnell et al., 2010). Le linee guida recenti raccomandano un approccio multidisciplinare nella gestione del diabete, che include team di assistenza sanitaria per monitorare e gestire le comorbidità, contribuendo così a una riduzione delle complicanze associate (American Diabetes Association, 2020).

Infine, l'adozione di stili di vita sani, come l'esercizio fisico regolare e una dieta equilibrata, ha dimostrato di migliorare il controllo della glicemia e ridurre il rischio di eventi cardiovascolari nei pazienti diabetici (Pan et al., 1997).

1.4 Gestione del diabete

Una dieta sana, un'attività fisica regolare, farmaci, peso corporeo normale e controllo della glicemia sono componenti terapeutici importanti per mitigare o ritardare le conseguenze (Organizzazione Mondiale della Sanità Diabete, 2018).

Tuttavia, sebbene i cambiamenti nello stile di vita facciano parte della gestione sia del diabete di tipo 1 che del diabete di tipo 2, l'attenzione del diabete di tipo 1 è rivolta alla terapia insulinica e quella del diabete di tipo 2 all'alimentazione e all'esercizio fisico regolare (Tan SY et al., 2019).

Le attuali linee guida dell'American Diabetes Association (ADA) raccomandano che la maggior parte degli adulti con diabete raggiunga un'emoglobina glicata (HbA_{1c}) <7,0%, una PA <140/90 mmHg (<130/90 per i pazienti con un aumentato rischio cardiovascolare) e un colesterolo lipoproteico a bassa densità (LDL-c) <100 mg/dL (*Diabetes Care*, 2018).

L'educazione e il supporto all'autogestione del diabete, definiti come un processo interattivo e continuo volto ad aumentare le conoscenze, le competenze e le abilità richieste per un'autogestione di successo degli interventi sul diabete (Beck J et al., 2017), hanno dimostrato di essere efficaci (He X et al., 2017) (Sherifali D et al., 2015).

1.4.1 Trattamento Diabete di Tipo 1

La terapia del diabete tipo 1 si basa sulla somministrazione di insulina associata a un programma nutrizionale e di attività fisica individuale. (Ministero della Salute, data di pubblicazione: 9 novembre 2018, ultimo aggiornamento 29 luglio 2024).

Il trattamento del diabete di tipo 1 è essenziale per gestire i livelli di glucosio nel sangue, poiché i pazienti necessitano di insulina esogena, in quanto il loro pancreas non è in grado di produrla (American Diabetes Association, 2020).

Esistono diversi tipi di insulina, tra cui insulina ad azione rapida, intermedia e lunga durata, utilizzati per coprire i picchi glicemici in vari momenti della giornata (Cryer, 2016). Un monitoraggio regolare della glicemia è cruciale; i pazienti dovrebbero controllare la loro glicemia almeno 4-6 volte al giorno per mantenere un buon controllo glicemico.

Inoltre, l'uso di sistemi di monitoraggio continuo della glicemia (CGM) consente di avere dati in tempo reale sui livelli di glucosio, migliorando ulteriormente la gestione del diabete (Battelino et al., 2019).

Gli obiettivi della terapia sono:

- mantenere la glicemia a digiuno e pre-prandiale tra 70 e 130 mg/dl
- mantenere la glicemia post-prandiale al di sotto o uguale a 180 mg/dl
- mantenere l'emoglobina glicata (HbA1c), che fornisce una valutazione media della glicemia degli ultimi 2-3 mesi, a un livello inferiore o uguale a 7,0%.

La terapia farmacologica si basa solo sulla somministrazione di insulina che può avvenire attraverso varie modalità:

- Per iniezione sottocutanea, più volte al giorno, attraverso l'uso di una "penna" che contiene una cartuccia di insulina e un piccolo ago da sostituire ad ogni uso;
- Attraverso un microinfusore per la terapia sottocutanea continua di insulina (CSII), un piccolo computer grande come un cellulare che contiene una cartuccia di insulina, programmato per rilasciare, tramite un piccolo tubicino inserito nel sottocute, poche unità alla volta durante le 24 ore e una quantità superiore al momento dei pasti.

- Attraverso micropump rimovibili senza tubicino/catetere, che consentono l'erogazione di insulina in qualsiasi momento senza dover dipendere necessariamente dal dispositivo di gestione, che consentono una erogazione di insulina continua e automatica, con la massima aderenza al fabbisogno di base del paziente.

L'educazione e la formazione sui metodi di autogestione sono fondamentali per il successo del trattamento, permettendo ai pazienti di adattare le dosi di insulina in base all'assunzione di carboidrati (Funnell et al., 2010). I pazienti devono apprendere le tecniche di calcolo dei carboidrati per regolare in modo appropriato la dose di insulina (American Diabetes Association, 2020).

L'alimentazione di una persona con diabete tipo 1, come quella raccomandata a persone in perfetta salute, deve essere varia ed equilibrata, secondo quanto previsto nelle raccomandazioni nutrizionali della popolazione italiana riportate nei LARN (Livelli Assunzione Raccomandati Nutrienti). Per bambini ed adolescenti si raccomanda un'assunzione così ripartita: Carboidrati: 55-60% del fabbisogno calorico giornaliero, di cui il 10% rappresentato da carboidrati semplici; Proteine: 10-15% del fabbisogno giornaliero; Lipidi: 30-35% del fabbisogno calorico giornaliero di cui Saturi meno del 10%, Monoinsaturi 10-20%, Polinsaturi meno del 10%; Colesterolo: 100 mg/1000 Kcal; Fibre: 11,7-14,2 g/1000 Kcal (0,5 g/Kg peso corporeo); Sodio: meno di 2,4 g/die.

I pasti che richiedono dosi farmacologiche maggiori sono quelli ricchi di carboidrati pertanto è fondamentale conoscere il contenuto in carboidrati (zuccheri semplici o complessi) dei diversi alimenti (counting dei carboidrati) per poter dosare correttamente l'insulina ai pasti.

I carboidrati sono contenuti soprattutto nei cereali, nella frutta e in alcuni ortaggi (patate, carote), nel latte, nel miele, nello zucchero da tavola, nei dolci che li contengono (bevande incluse) ed in alcuni alimenti cotti (cereali tostati, crosta del pane), e, per il loro calcolo è necessario tenere conto sia della qualità (zuccheri semplici o complessi) sia del contenuto in proteine, grassi e fibre del pasto, che può influenzarne l'assorbimento a livello intestinale.

È importante ridurre il consumo di zuccheri semplici e preferire i carboidrati complessi (es. pane, pasta, riso, fette biscottate), ridurre il consumo di grassi, in particolare grassi saturi, incrementare il consumo di fibra, consumare 5 porzioni al giorno tra ortaggi e frutta, variando i colori, e preferire pane e pasta integrale.

Inoltre, l'esercizio fisico regolare è una componente importante della gestione del diabete di tipo 1, poiché migliora la sensibilità all'insulina e riduce i livelli di glucosio nel sangue (Colberg et al., 2016). I diabetici di tipo 1 possono svolgere attività fisica al pari di tutti gli altri, ma devono avere l'accortezza di assumere le giuste quantità di zuccheri, prima e durante l'esercizio, in modo da non incorrere in pericolose ipoglicemie.

Il supporto psicologico e il counseling possono essere essenziali per affrontare le sfide emotive legate alla gestione del diabete (Eiser & Morse, 2001). L'autogestione è un approccio fondamentale, consentendo ai pazienti di prendere decisioni informate riguardo alla loro cura (Funnell et al., 2010). Mantenere livelli di emoglobina glicosilata (HbA1c) sotto il 7% è associato a una riduzione del rischio di complicanze a lungo termine (Nathan et al., 2008).

È altresì importante monitorare i fattori di rischio come ipertensione e dislipidemia, al fine di ridurre il rischio di complicanze a lungo termine associate al diabete di tipo 1 (Nathan et al., 2008).

Infine, la formazione continua per pazienti e professionisti della salute è cruciale per rimanere aggiornati sulle ultime innovazioni nella gestione del diabete di tipo 1 (American Diabetes Association, 2020).

1.4.2 Trattamento Diabete di Tipo 2

Il trattamento del diabete di tipo 2 inizia spesso con modifiche dello stile di vita, come una dieta equilibrata e l'esercizio fisico regolare, che sono fondamentali per il controllo glicemico (Colberg et al., 2016).

Seguire un piano alimentare sano che include un adeguato apporto di carboidrati è essenziale per gestire i livelli di glucosio nel sangue (American Diabetes Association, 2020). Inoltre, la resistenza all'insulina e la successiva comparsa di diabete di tipo 2 sono strettamente collegate all'assunzione elevata di zuccheri, cibi fritti e carne rossa

(Panagiotakos DB et al., 2005); al contrario, si osserva un rischio ridotto di sviluppo di diabete di tipo 2 in caso di assunzione di verdure ad alto contenuto di antiossidanti, fibre e altri nutrienti (Villegas R et al., 2008), (Abdali D et al., 2015).

La maggior parte dei pazienti con diabete di tipo 2 presenta un certo grado di sovrappeso o obesità (Nguyen NT et al., 2011). Ciò è stato collegato alla resistenza all'insulina e a difetti nella secrezione di insulina. Queste alterazioni favoriscono la comparsa e il peggioramento del diabete (Shoelson SE et al., 2006), quindi in questi casi, oltre a un'adeguata distribuzione di macro e micronutrienti, dovremmo cercare come obiettivo principale una riduzione del peso riducendo l'apporto calorico.

Per raggiungere questo obiettivo, è stato proposto che l'apporto calorico della dieta prescritta a un paziente diabetico con obesità debba contenere tra 500 e 1000 kcal in meno del suo fabbisogno energetico (Gargallo Fernández Manuel M et al., 2012). Questa riduzione di peso migliorerà la sensibilità all'insulina, essendo un fattore favorevole per migliorare i parametri di controllo glicemico (Escalante-Pulido M et al., 2003). La gestione dell'obesità è una componente cruciale nel trattamento del diabete di tipo 2, poiché una significativa riduzione del peso può migliorare il controllo glicemico (Duncan et al., 2013).

Farmaci come gli agonisti del GLP-1 possono essere utilizzati per aiutare a controllare i livelli di zucchero nel sangue e favorire la perdita di peso (Davies et al., 2018). L'attività fisica regolare non solo migliora la sensibilità all'insulina, ma contribuisce anche alla perdita di peso e al miglioramento della salute cardiovascolare (Boulé et al., 2001).

Camminare è l'attività fisica più efficace nel diabete di tipo 2, poiché consente un controllo glicemico significativo con un carico fisico limitato nei pazienti che sono già fisicamente deboli (Hamasaki H., 2016). Perciò, una modifica dello stile di vita molto giustificata nei pazienti con diabete di tipo 2, sono i cambiamenti nei modelli sedentari. Il comportamento sedentario porta a un dispendio di energia notevolmente basso. Un periodo sedentario prolungato nei pazienti con diabete di tipo 2 è anche associato a livelli glicemici incontrollati. Un tempo sedentario ridotto, quindi, è fondamentale nei pazienti diabetici, che può essere ottenuto aumentando il lavoro fisico (Colberg SR et al., 2016).

Quando le modifiche nello stile di vita non sono sufficienti, si possono prescrivere farmaci antidiabetici orali come la metformina, che è spesso il primo trattamento scelto per il diabete di tipo 2 (American Diabetes Association, 2020). In alcuni casi, può essere necessaria una terapia combinata che utilizzi più farmaci antidiabetici per raggiungere gli obiettivi glicemici (Garber et al., 2019).

In generale, la terapia farmacologica include non solo agenti ipoglicemizzanti iniziali, ma anche altre strategie di intensificazione per mantenere il controllo glicemico nel tempo, spesso richiedendo diversi farmaci con diversi meccanismi di azione (Garber AJ et al., 2016). Anche i pazienti con diabete di tipo 2 dovrebbero monitorare regolarmente i loro livelli di glicemia per gestire meglio la loro condizione (American Diabetes Association, 2020).

L'educazione dei pazienti sul diabete e sulla gestione della malattia è fondamentale per migliorare i risultati di salute a lungo termine (Funnell et al., 2010). È importante monitorare e gestire la pressione arteriosa e i lipidi, poiché i pazienti con diabete di tipo 2 hanno un rischio maggiore di malattie cardiovascolari (Eckel et al., 2011).

Gli interventi comportamentali, come la terapia cognitivo-comportamentale, possono essere utili per migliorare l'autoefficacia dei pazienti nella gestione della loro condizione (Kivimäki et al., 2019). Inoltre, l'accesso a un supporto psicologico può essere utile per affrontare le difficoltà emotive e le sfide associate alla gestione del diabete (Gonzalez et al., 2007).

La ricerca attuale sta esplorando nuove opzioni terapeutiche, come la terapia genica e le tecnologie digitali, per migliorare la gestione del diabete di tipo 2 (Zhang et al., 2018).

L'autogestione della malattia, inclusa la pianificazione dei pasti e il monitoraggio della glicemia, è fondamentale per raggiungere i target glicemici e prevenire complicanze (Funnell et al., 2010).

Infine, è essenziale che i pazienti seguano controlli regolari con i professionisti della salute per monitorare la progressione della malattia e adattare il trattamento di conseguenza (American Diabetes Association, 2020).

2. OBIETTIVO

L'obiettivo di questa tesi è analizzare l'efficacia dell'impiego della telemedicina nel trattamento e nel monitoraggio del diabete di tipo 1 e 2, evidenziando come le tecnologie digitali possano migliorare l'accesso alle cure, facilitare l'autogestione della malattia e ottimizzare gli outcome clinici.

3. MATERIALI E METODI

È stata effettuata una revisione della letteratura consultando articoli scientifici tramite banche dati internazionali, quali: Pubmed e Elsilver Sciencedirect, CHINAIL E COCHRANE con l'utilizzo di operatori booleani And e OR.

I dati raccolti sono stati integrati con articoli del Ministero della Salute e dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

Sono stati selezionati articoli in lingua italiana e inglese utilizzando il metodo PICO

P	La popolazione target di questo studio comprende pazienti adulti con diagnosi di diabete di tipo 1 o tipo 2.
I	Monitoraggio remoto della glicemia, Consultazioni mensili virtuali, applicazioni smart consultazione dati e comunicazione specialist
C	/
O	Qualità della vita paziente diabetico gestito tramite la telemedicina

Le keywords utilizzate: “diabetes”, “diagnosis of diabetes”, “complications of diabetes”, “diabetes treatment”, “glycemic control”, “glycemic control devices”, “telemedicine”, “telemedicine and diabetic patient”.

Sono stati presi in considerazione gli articoli dal 1998 al 2024.

4. RISULTATI

4.1 Telemedicina

L'uso della telemedicina, attraverso l'assistenza e il monitoraggio dei pazienti a distanza, offre la risposta sanitaria adeguata alle esigenze di una popolazione che registra un forte invecchiamento e un aumento delle malattie croniche.

La telemedicina è elemento imprescindibile della ristrutturazione e razionalizzazione del sistema sanitario, attraverso l'impiego di tecnologie avanzate e nuovi modelli organizzativi di assistenza domiciliare. (Ministero della Salute, data di ultimo aggiornamento 18 gennaio 2024).

4.1.1 Definizione e Caratteristiche

Con il termine telemedicina si indica tutto l'insieme di prestazioni sanitarie in cui, grazie all'utilizzo di tecnologie innovative, il professionista della salute e il paziente non si trovano nello stesso luogo. (Ministero della Salute, data ultimo aggiornamento 18 gennaio 2024).

La telemedicina consente di:

- assistere e fare visite di controllo ai pazienti
- controllare a distanza i parametri vitali dei pazienti
- far dialogare sanitari per consulti su particolari casi clinici
- inviare e ricevere documenti, diagnosi e referti.

La telemedicina è definita come l'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione per fornire servizi sanitari a distanza, consentendo interazioni tra medici e pazienti senza la necessità di un incontro fisico (American Telemedicine Association, 2021).

Questo concetto ha affondato le radici negli anni '60, quando i primi sistemi furono sviluppati per monitorare pazienti in zone remote, utilizzando linee telefoniche per trasmettere dati clinici (Poon, 2019). Negli anni '50, la telemedicina è stata pionieristicamente utilizzata nel campo della radiologia, dove immagini radiografiche

venivano trasmesse via radio per la diagnosi a distanza (Mason, 2017). La prima applicazione documentata di telemedicina avvenne nel 1959, quando l'Università del Nebraska collegò un ospedale con una scuola per la formazione di infermieri, utilizzando la trasmissione video (Dorsey & Topol, 2016).

Con l'avvento di Internet, la telemedicina ha evoluto le sue modalità di interazione, permettendo comunicazioni in tempo reale tra pazienti e professionisti sanitari (Bashshur et al., 2016). Inoltre, l'uso degli smartphone e delle applicazioni mobili ha dato un nuovo impulso alla telemedicina, rendendo le cure più accessibili a una popolazione più ampia (Wootton, 2012).

Inoltre, la telemedicina è diventata un'opzione essenziale per garantire la continuità delle cure durante la pandemia di COVID-19, consentendo ai pazienti di ricevere assistenza senza recarsi fisicamente negli ospedali (Smith et al., 2020). Come esempio impressionante, qualsiasi forma di telemedicina (incluse le consulenze telefoniche) era considerata illegale in India, fino alla pandemia di COVID-19 (Phillip M, Bergenstal RM, Close KL, et al., 2021), ma improvvisamente è diventata l'interfaccia di comunicazione più importante tra il sistema sanitario e i pazienti.

Le linee guida di telemedicina, sviluppate negli anni '90, hanno cercato di garantire la sicurezza e l'efficacia dell'assistenza a distanza, contribuendo a definire le pratiche standard (U.S. Department of Health and Human Services, 2019).

Nel 2017, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha dichiarato la telemedicina una priorità globale per migliorare l'accesso alle cure nei paesi a basso e medio reddito (World Health Organization, 2017). Inoltre, le tecnologie di telemedicina non solo migliorano l'accesso ai servizi sanitari, ma possono anche migliorare la gestione delle malattie croniche, consentendo ai pazienti di monitorare le loro condizioni in tempo reale (Gajarawala & Pelkowski, 2021).

L'uso della telemedicina ha mostrato risultati promettenti nella gestione del diabete, consentendo un monitoraggio regolare e una comunicazione continua tra pazienti e operatori sanitari (Kumar et al., 2020). Essa ha dimostrato di ridurre le barriere geografiche, offrendo cure a pazienti in aree rurali e remote che altrimenti avrebbero difficoltà ad accedere ai servizi sanitari (Harris et al., 2016). L'integrazione della

telemedicina nei sistemi sanitari ha portato a un miglioramento della qualità delle cure e a una maggiore soddisfazione dei pazienti (Bashshur et al., 2016). Inoltre, le sfide nella regolamentazione della telemedicina sono state affrontate da numerosi organismi governativi, che hanno cercato di creare un quadro normativo chiaro per l'erogazione dei servizi a distanza (U.S. Department of Health and Human Services, 2019).

Un aspetto chiave della telemedicina è l'uso di strumenti di monitoraggio remoto, che consentono ai pazienti di inviare dati vitali ai loro medici in tempo reale (Almathami et al., 2020). Essa è stata utilizzata con successo in molte specialità, tra cui cardiologia, dermatologia e pediatria, dimostrando la sua versatilità nel fornire assistenza (Kumar et al., 2020). Nonché, anche nella salute mentale, permettendo sessioni di terapia a distanza e migliorando l'accesso per chi vive in aree svantaggiate (Mohr et al., 2017).

Inoltre, i costi associati alla telemedicina sono generalmente inferiori rispetto alle visite in persona, rendendo questa opzione più sostenibile per i sistemi sanitari (Gajarawala & Pelkowski, 2021).

Infine, le aspettative future per la telemedicina includono l'integrazione di intelligenza artificiale e machine learning per migliorare la diagnosi e la gestione delle condizioni di salute (Almathami et al., 2020). La telemedicina continua a evolversi, spingendo i confini dell'assistenza sanitaria e aprendo nuove opportunità per migliorare l'efficacia e l'accessibilità delle cure (World Health Organization, 2021).

Perciò, la telemedicina è definita da tre caratteristiche: (1) utilizzo delle TIC (tecnologie dell'informazione e della comunicazione), (2) copertura di una distanza geografica e (3) coinvolgimento di professionisti che forniscono assistenza direttamente a un paziente o a un gruppo di pazienti (Otto L. et al., 2018), (Sood S et al., 2007).

La telemedicina, come affermato dall'OMS, è "L'erogazione di servizi sanitari, in cui la distanza è un fattore critico, da parte di tutti i professionisti sanitari utilizzando le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) per lo scambio di informazioni valide per la diagnosi, il trattamento e la prevenzione di malattie e lesioni, la ricerca e la valutazione e per la formazione continua degli operatori sanitari, il tutto nell'interesse del progresso della salute degli individui e delle loro comunità" (rapporto della consultazione di gruppo dell'OMS sulla telematica sanitaria, 11-16 dicembre, Ginevra, 1997.)

4.2 Vantaggi della telemedicina

La telemedicina fornisce alcuni vantaggi, come un migliore accesso ai servizi sanitari, una migliore qualità della gestione sanitaria e assistenziale e potenziali efficienze in termini di costi e tempi (Nozioni di base sulla telemedicina - ATA. 2019).

Uno dei principali benefici è la maggiore accessibilità ai servizi sanitari, poiché consente a persone che vivono in aree remote o che hanno difficoltà a spostarsi di ricevere assistenza medica in modo rapido e sicuro (Dorsey & Topol, 2016). Questo è particolarmente rilevante per le comunità rurali e sottoservite, dove i servizi sanitari tradizionali possono essere limitati (Wade et al., 2014). Ad esempio, sono state eseguite visite di telemedicina nelle aree rurali degli Stati Uniti, per fornire ai pazienti diabetici un apprendimento continuo sulla loro malattia, l'accesso a visite di telemedicina con diabetologi, dietologi ed educatori del diabete. In questo contesto, è stata osservata una significativa diminuzione dell'emoglobina glicata e un significativo aumento della percentuale di individui con HbA1c al target. Inoltre, è stata osservata una buona soddisfazione dei pazienti con l'uso di questa tecnologia per le cure di follow-up (Maxwell LG et al., 2016). Le consultazioni a distanza e la possibilità di accedere a dati frequenti sulle tendenze del glucosio tramite telemedicina hanno permesso di raggiungere risultati incoraggianti nella popolazione con diabete di tipo 1, dimostrando definitivamente che le consultazioni a distanza e l'accesso ai dati comunemente condivisi possono migliorare i risultati clinici e la qualità della vita dei pazienti (Norgaard K., 2020).

Un altro aspetto rilevante della telemedicina è la riduzione dei costi. Grazie alla diminuzione delle visite fisiche e delle spese correlate, come i trasporti e le infrastrutture mediche, è possibile fornire cure di qualità a un costo inferiore (Keesara, Jonas & Schulman, 2020). Questo è particolarmente vantaggioso per i sistemi sanitari nazionali, che possono ottimizzare le risorse riducendo la necessità di ricoveri non urgenti o di visite ambulatoriali (Bashshur et al., 2013).

Inoltre, la telemedicina migliora la continuità delle cure, specialmente per i pazienti affetti da malattie croniche. La possibilità di monitorare regolarmente le condizioni del paziente da remoto consente un controllo costante della loro salute, prevenendo peggioramenti e

complicazioni (Tuckson et al., 2017). Questo può portare a un miglioramento degli esiti clinici, poiché i medici possono intervenire in modo tempestivo.

La flessibilità e la comodità offerta dalla telemedicina sono altri punti di forza. I pazienti possono organizzare consultazioni mediche senza doversi spostare fisicamente, riducendo il tempo impiegato in attesa o in viaggio. Questo è particolarmente utile per le persone anziane o con mobilità ridotta (Bashshur et al., 2013).

Inoltre, la telemedicina permette ai professionisti sanitari di gestire meglio il proprio tempo, potendo interagire con più pazienti in minor tempo rispetto alle visite tradizionali (Snoswell et al., 2020).

Dal punto di vista ambientale, la telemedicina contribuisce alla riduzione delle emissioni di CO₂, poiché diminuisce la necessità di spostamenti per visite mediche, limitando l'uso di mezzi di trasporto (Smith et al., 2020). Questo impatto positivo è un fattore spesso sottovalutato, ma di grande importanza nel contesto delle sfide ambientali globali.

La tecnologia avanzata integrata nella telemedicina permette anche una migliore gestione e raccolta dei dati medici. I dispositivi indossabili e le piattaforme digitali consentono ai medici di accedere in tempo reale alle informazioni sulla salute dei pazienti, permettendo una gestione personalizzata e tempestiva delle cure (Bashshur et al., 2013). Questo facilita anche l'integrazione dei dati clinici e la collaborazione tra diversi specialisti.

Un ulteriore vantaggio è rappresentato dalla riduzione del rischio di infezioni. La consultazione da remoto elimina il contatto fisico diretto, limitando la trasmissione di malattie infettive all'interno delle strutture sanitarie, come è stato evidenziato durante la pandemia (Monaghesh & Hajizadeh, 2020).

L'uso della telemedicina ha anche dimostrato di migliorare la soddisfazione dei pazienti. Molti utenti apprezzano la comodità e la rapidità delle consultazioni virtuali, che permettono di evitare lunghe attese in ambulatori o ospedali (Kruse et al., 2017). Questo aumento della soddisfazione si traduce in un miglioramento dell'aderenza alle terapie, in quanto i pazienti si sentono più coinvolti nel proprio percorso di cura. Infatti, in termini di personalizzazione delle cure, la telemedicina permette un approccio più adattato alle esigenze specifiche del paziente. Grazie al monitoraggio continuo e alla raccolta di dati sanitari, è possibile fornire trattamenti personalizzati in base alle condizioni cliniche del

paziente (Keesara et al., 2020). Questo si traduce in una maggiore efficacia delle terapie e in una prevenzione più efficiente.

La gestione del tempo è ottimizzata sia per i pazienti che per i medici. Grazie alla telemedicina, i pazienti possono programmare le visite in base alle proprie esigenze senza perdere giornate di lavoro o di scuola (Bashshur et al., 2013). Inoltre, i medici possono aumentare l'efficienza delle loro giornate lavorative, gestendo appuntamenti a distanza in modo più flessibile e con meno interruzioni.

In un contesto di globalizzazione della salute, la telemedicina permette di fornire cure a pazienti in diverse parti del mondo, superando le barriere linguistiche e culturali grazie a traduzioni in tempo reale e a un accesso uniforme alle risorse mediche (Wade et al., 2014).

Un ulteriore beneficio della telemedicina è il miglioramento della formazione e aggiornamento per i professionisti sanitari. Le piattaforme digitali consentono ai medici di accedere a seminari, corsi di aggiornamento e consulenze con colleghi specialisti in tempo reale, migliorando la qualità delle cure (Tuckson et al., 2017).

Infine, la telemedicina contribuisce alla riduzione del burnout tra gli operatori sanitari. Offrendo maggiore flessibilità nelle modalità di lavoro, consente ai medici di bilanciare meglio il loro carico di lavoro e ridurre lo stress legato alla gestione dei pazienti (Snoswell et al., 2020).

4.3 Applicazioni della telemedicina nella cura del diabete

4.3.1 Possibilità e Utilizzi

A causa della necessità di un monitoraggio individualizzato e continuo, e di un supporto all'autogestione per i pazienti, le malattie croniche sono considerate le condizioni ideali per lo sviluppo e l'implementazione di approcci di telemedicina (Kruse CS et al., 2017) (Hanlon P et al., 2017). Le visite virtuali riducono il tempo e i costi di spostamento per i pazienti, facilitando l'accesso alle cure anche in aree rurali o isolate (Buell et al., 2019). L'uso delle visite di telemedicina è stato ben studiato nelle popolazioni con accesso limitato a medici specializzati, dietisti registrati ed educatori del diabete; programmi di telemedicina con visite che corrispondono ai consueti modelli di cura per il trattamento del diabete hanno già dimostrato successo nell'aiutare i pazienti a mantenere o migliorare

la propria salute (Lee SH et al., 2017), inoltre, è stato dimostrato che l'aumento dei contatti con i pazienti, includendo telefonate più frequenti, migliora la motivazione dei pazienti, l'aderenza alla terapia e il controllo metabolico (Kesavadev J et al., 2012). In aggiunta, le videochiamate sono essenziali per i pazienti selezionati che hanno bisogno di vedere il volto dell'operatore sanitario per rafforzare la fiducia in coloro che guidano la loro terapia quotidiana (Muralidharan S et al., 2017).

La telemedicina viene sempre più utilizzata nel campo della diabetologia per migliorare l'accesso all'assistenza sanitaria, la qualità delle cure e i risultati clinici/psicosociali nelle persone con diabete, infatti, nei pazienti con diabete, le interazioni paziente-medico sono essenziali per migliorare i risultati sanitari e prevenire complicazioni a lungo termine. Viaggiare frequentemente agli appuntamenti in clinica è scomodo per i pazienti con orari impegnativi e particolarmente oneroso per i pazienti che vivono nelle zone rurali, quelli con un basso background finanziario, gli anziani e le persone con disabilità (Diabetes Care, 2020). Le app per la gestione del diabete permettono ai pazienti di registrare i propri dati, ricevere feedback personalizzati e mantenere un contatto diretto con i medici (Verma et al., 2020).

La telemedicina permette un monitoraggio continuo e a distanza dei livelli di glucosio nei pazienti con diabete, riducendo così la necessità di visite ambulatoriali frequenti (Lee et al., 2018). I dispositivi indossabili, come sensori glicemici e pompe per insulina, consentono ai pazienti di inviare dati in tempo reale ai loro medici, facilitando il controllo glicemico (Chaudhry et al., 2017). Il monitoraggio remoto delle glicemie consente di prevenire crisi ipoglicemiche o iperglicemiche, grazie all'intervento tempestivo dei medici quando i valori glicemici sono fuori range (Powers et al., 2017). Inoltre, la telemedicina offre supporto psicologico a distanza per i pazienti con diabete, aiutandoli a gestire l'ansia e lo stress legati alla malattia (McGough et al., 2018).

La gestione telemedica del diabete può essere più efficace nei pazienti con diabete di tipo 2 affrontando fattori modificabili come l'alimentazione e l'esercizio fisico (Tan SY et al., 2019). Infatti, le piattaforme di telemedicina supportano l'autogestione del diabete, offrendo consulenze educative e personalizzate che aiutano i pazienti a gestire meglio la loro malattia (Verma et al., 2020). I pazienti possono ricevere supporto nutrizionale e consulenze dietetiche da remoto, adattando la loro dieta in base ai dati glicemici

monitorati digitalmente (Kim et al., 2019). La telemedicina, quindi, facilita la collaborazione tra diabetologi, nutrizionisti e altri specialisti, migliorando la gestione integrata dei pazienti con diabete (Buell et al., 2019). La telemedicina supporta anche l'esercizio fisico guidato da remoto, consentendo ai pazienti di adattare il loro programma di allenamento alle condizioni glicemiche attuali (Kim et al., 2019).

La tele-riabilitazione per i pazienti diabetici aiuta a migliorare la mobilità e la gestione delle complicazioni legate alla malattia (Tchero et al., 2019). I dispositivi di telemedicina come i glucometri digitali possono memorizzare i dati storici dei pazienti, consentendo una visione completa e approfondita dei loro trend glicemici (Chaudhry et al., 2017). La telemedicina permette un follow-up regolare, aiutando i pazienti a mantenere il controllo glicemico nel tempo e ridurre le complicanze del diabete (Lee et al., 2018).

Le applicazioni mobili integrate con la telemedicina offrono promemoria automatici per i farmaci, migliorando l'aderenza alla terapia farmacologica (Chaudhry et al., 2017). Il telemonitoraggio continuo si è rivelato particolarmente utile per i pazienti con diabete di tipo 1, dove il controllo costante della glicemia è essenziale (Powers et al., 2017).

Le soluzioni di telemedicina per il diabete hanno mostrato di migliorare la qualità della vita dei pazienti, riducendo l'onere della malattia e migliorando l'accesso ai servizi (Powers et al., 2017). L'educazione a distanza tramite telemedicina ha migliorato le competenze dei pazienti nella gestione del diabete, portando a migliori esiti clinici (McGough et al., 2018).

La telemedicina offre quindi numerose possibilità per la cura del diabete, come creare consapevolezza tra la popolazione urbana e rurale sui fattori di rischio e sulla prevenzione del diabete, facilitare il monitoraggio dei pazienti, lo screening remoto della retinopatia diabetica, e nella prevenzione del diabete a livello primario, secondario e terziario (Pradeepa R et al., 2019).

4.4 Soluzioni di telediabetologia disponibili

Telefonate/Videochiamate per Telediabetologia

È stato dimostrato che l'aumento del contatto con i pazienti, includendo telefonate più frequenti, migliora la motivazione del paziente, l'aderenza alla terapia e il controllo metabolico (Kaur R et al., 2015). A causa dell'ampia disponibilità e dell'uso dei telefoni (cellulari), tali interventi per monitorare gli obiettivi del trattamento possono essere stabiliti in modo semplice e flessibile. Ad esempio, le telefonate possono essere programmate in aggiunta a una visita ambulatoriale. Durante la visita in loco può essere distribuito un diario del piano di gestione della terapia che incorpora le date delle visite telefoniche e possono essere fornite raccomandazioni cliniche come la frequenza dell'automonitoraggio dei valori glicemici (SMBG), raccomandazioni per la terapia insulinica e attività fisica o consigli dietetici per valutare l'efficacia e l'aderenza di queste misure durante le successive visite telefoniche. Inoltre, per costruire un ponte personale e placare potenziali timori di contatto con uno straniero, ha senso presentare il paziente alla persona che lo chiamerà. In questo modo, la frequenza dei contatti telefonici può essere adattata alle esigenze del paziente o ai programmi prestabiliti. In questo contesto, gli interventi psicoeducativi basati sul web hanno aiutato gli adulti con diabete di tipo 1 e di tipo 2 a far fronte alla depressione e al disagio emotivo (Nobis S et al.; 2015).

In ambito pediatrico, l'uso di frequenti consultazioni video in aggiunta alle cure regolari è risultato ridurre il carico di malattia e migliorare la soddisfazione del trattamento nei pazienti con prove limitate di miglioramento del controllo glicemico (von Sengbusch S et al.; 2020) e ha mostrato livelli promettenti di accettazione tra i professionisti del diabete. (Frielitz FS et al.; 2020).

Inoltre, può essere offerto un numero verde che consente al paziente di contattare in modo proattivo il centro di cura in caso di emergenze o problemi con il dispositivo, o per altre richieste relative al diabete. Le videochiamate potrebbero anche essere adatte per appuntamenti faccia a faccia con pazienti selezionati che hanno bisogno di vedere il volto dell'operatore sanitario per creare fiducia e sicurezza in coloro che guidano la loro terapia quotidiana. Allo stesso modo, l'operatore sanitario può valutare meglio l'umore e la motivazione del paziente durante una videochiamata. Un ulteriore vantaggio delle videochiamate è la possibilità di ispezionare correttamente i dati glicemici documentati in un diario cartaceo convenzionale.

Infine, nella pratica clinica sono state introdotte sessioni di formazione virtuale tramite telefono o videochiamate, che consentono la formazione a distanza su aspetti specifici legati al diabete come la gestione di dispositivi tecnici, consigli dietetici o raccomandazioni comportamentali.

4.4.1 Metodi avanzati di telediabetologia basati sulle nuove tecnologie

Applicazioni mobili

Poiché i diari cartacei del diabete sono spesso incompleti e potenzialmente errati (a causa della mancanza di leggibilità, della mancanza di informazioni o di un'interpretazione errata), sono state sviluppate applicazioni mobili in grado di superare alcuni di questi problemi.

Nel 2017, più di 1.500 applicazioni mobili relative al diabete erano disponibili negli app store, rendendo le app relative al diabete il tipo più comune di app relative alla malattia (Doupis J et al., 2020).

La maggior parte delle applicazioni mobili utilizzate per la gestione del diabete sono progettate per varie piattaforme, fornitori e dispositivi. Integrano alcuni strumenti di documentazione dell'insulina basale/bolo (che possono includere un calcolatore del bolo), forniscono informazioni sul conteggio dei carboidrati e forniscono un feedback automatico sui modelli di glucosio degli utenti.

Indipendentemente dai limiti degli studi condotti, questi strumenti mobili hanno influenzato positivamente gli esiti, migliorando i livelli di HbA1c, riducendo la frequenza degli eventi ipoglicemici e aumentando la qualità della vita nei pazienti con diabete di tipo 1 e di tipo 2. I dati sanitari ottenuti dalle applicazioni mobili possono solitamente essere convertiti in dati trasferibili, che possono essere condivisi con gli operatori sanitari con il consenso dell'utente (comunemente tramite l'accettazione di link di invito via e-mail).

Sistemi di monitoraggio continuo del glucosio a scansione continua/intermittente

Al giorno d'oggi, grazie alla loro maggiore accuratezza e accettazione, nonché ai criteri di rimborso relativamente liberali in molti paesi, la maggior parte delle persone con diabete e terapie insuliniche complesse può utilizzare sistemi di monitoraggio continuo del glucosio (CGM). Questi sistemi riportano in tempo reale i valori di glucosio ottenuti dai sensori che misurano il glucosio nel liquido interstiziale. Attraverso il trasferimento in tempo reale dei valori glicemici a un lettore o smartphone (quando si utilizza il CGM) o derivando i dati glicemici dalle scansioni (monitoraggio glicemico a scansione intermittente), la frequenza delle misurazioni glicemiche capillari può essere notevolmente ridotta. L'uso di questi sistemi ha anche migliorato significativamente il controllo glicemico, l'aderenza al trattamento e la qualità della vita. (Rodbard D, 2017), (Polonsky WH et al., 2017), (Maiorino MI et al., 2020).

Recentemente, un consenso approvato dall'American Diabetes Association e dall'Advanced Technologies and Treatments for Diabetes (ATTD) ha definito nuove strategie per valutare il controllo glicemico negli individui diabetici che utilizzano tali sistemi (Associazione americana per il diabete, 2019), (Battelino T et al., 2019).

L'approccio abituale per valutare il controllo glicemico prevede che il paziente incontri regolarmente (generalmente ogni 3 mesi) il proprio medico curante, che poi misurerà il controllo glicemico sulla base dei risultati dell'HbA1c e dei diari cartacei. Tuttavia, con l'aumento dell'uso di sistemi CGM, il controllo glicemico può essere valutato da remoto tramite report CGM, che includono dati sul tempo trascorso in diversi intervalli target, l'indicatore di gestione del glucosio (GMI, un sostituto dell'HbA1c) e la percentuale del sensore utilizzato in un determinato tempo, senza la necessità di eseguire un test dell'HbA1c. I registratori del sistema CGM possono essere utilizzati anche per documentare iniezioni di insulina, assunzione di pasti o altri eventi come sport o malattie.

Da un lato, gli utenti possono valutare il loro attuale controllo glicemico e regolare la loro terapia, se necessario. D'altra parte, i referti CGM possono essere consegnati rapidamente al medico curante (via e-mail o direttamente tramite la piattaforma con il permesso dell'utente) e poi discussi durante una telefonata tra gli operatori sanitari e la persona con diabete. Le pompe per insulina e i sistemi CGM dello stesso produttore (ad es. Medtronic) o i sistemi di produttori diversi che comunicano tra loro (ad es. Tandem e Dexcom)

consentono la documentazione combinata della somministrazione di insulina e dei valori glicemici. Questo è possibile anche quando si utilizzano soluzioni software specifiche, come Diasend. Utilizzando questi strumenti, i dati CGM, le dosi di insulina e l'assunzione di cibo possono essere facilmente visualizzati e discussi tra gli utenti con diabete e gli operatori sanitari.

La CGM remota è stata implementata anche nella gestione del diabete pediatrico. È stato dimostrato che l'opportunità di monitorare il glucosio in tempo reale ha un impatto benefico sui sentimenti dei genitori o dei caregiver riguardo alla qualità del sonno del loro bambino, al controllo del glucosio, alla libertà individuale e alla fiducia. Ciò è particolarmente rilevante quando i bambini non sono a portata di mano (durante la notte o durante l'asilo/scuola/campi), ed è supportato dal fatto che, a parte nell'ambiente domestico, i caregiver e gli educatori sono spesso inesperti e insicuri nell'assumersi la responsabilità del controllo del diabete nei pazienti pediatrici (Burckhardt MA et al., 2019).

Il CGM remoto potrebbe essere applicabile anche in ambienti ospedalieri appropriati, come le stanze di isolamento, dove gli standard igienici impediscono frequenti misurazioni regolari del glucosio. L'efficacia e la sicurezza della gestione del controllo del glucosio tramite CGM remoto in ambito ospedaliero sono state dimostrate attraverso casi clinici, ma senza dubbio necessitano di ulteriore attenzione (Ushigome E et al., 2021). Ad oggi, i sistemi CGM non sono destinati all'uso in ambito ospedaliero da parte dei produttori.

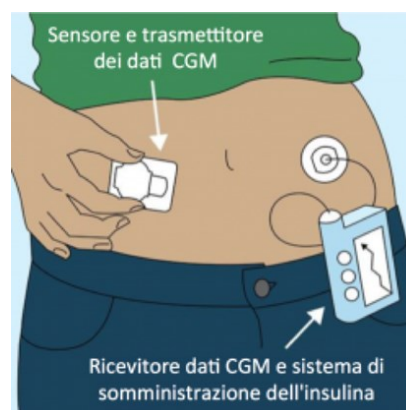


Figura 4. Dispositivo CGM. <https://labtestsonline.it/ito-tests/monitoraggio-continuo-del-glucosio.html>

Penne intelligenti

Le penne intelligenti sono state sviluppate specificamente per l'assistenza pediatrica, i pazienti con disabilità cognitive e quelli con un'aderenza terapeutica insufficiente. Questi dispositivi registrano automaticamente la quantità e i tempi dell'applicazione dell'insulina e trasmettono in modalità wireless le informazioni alle app mobili che interagiscono con essi. Le penne intelligenti forniscono un quadro più affidabile e trasparente dei comportamenti di dosaggio, che può aiutare l'utente a tenere traccia delle dosi di insulina precedentemente somministrate e dei tempi di somministrazione (Klonoff DC & Kerr D, 2018).

I dati raccolti possono anche essere trasferiti a diari digitali del glucosio e consegnati agli operatori sanitari, supportando così la teleassistenza per il diabete. In contesti di studio, sono stati dimostrati potenziali benefici per il controllo glicemico e il comportamento di dosaggio dell'insulina (Adolfsson P et al., 2020).

Tuttavia, in realtà, le penne intelligenti sono ancora raramente utilizzate nella pratica clinica a causa dei loro costi, della mancanza di copertura da parte delle compagnie assicurative e dei problemi di disponibilità.



Figura 5. Penna intelligente <https://www.portalediabete.org/controllo-della-glicemia-piu-semplice-ed-efficace-con-la-penna-intelligente-per-insulina-inpen-ada2021/>

Sistemi di supporto alle decisioni per la terapia insulinica

Considerando che la terapia insulinica è spesso complicata e difficile da regolare e gestire in ambito ambulatoriale, i sistemi standardizzati di supporto decisionale per l'assistenza domiciliare possono essere utili per superare alcune di queste barriere. In particolare, nelle popolazioni vulnerabili come gli anziani che necessitano di assistenza infermieristica domiciliare o coloro che vivono in case di cura, tali sistemi possono facilitare il raggiungimento di un adeguato controllo glicemico. Questo approccio può evitare la necessità di presentazioni non programmate dei pazienti correlate al diabete a medici, pronto soccorso o ricoveri. Uno di questi sistemi, che incorpora un algoritmo basale e un algoritmo basale più insulina, è stato testato all'interno di uno studio proof-of-concept su pazienti con diabete di tipo 2 che ricevevano cure infermieristiche domiciliari in condizioni di routine (Libiseller A et al., 2020).

I risultati preliminari hanno mostrato che i ricoveri in ospedale dovuti a deragliamenti ipo- o iperglicemico sono sostanzialmente ridotti, mentre il controllo glicemico è migliorato utilizzando questo sistema. Inoltre, l'accettazione da parte degli utenti (in cui gli utenti includevano il personale infermieristico e i pazienti affetti e i loro parenti) era elevata (Kopanz JL et al., 2020).

Inoltre, nelle persone con diabete di tipo 1, sono stati studiati aggiustamenti della dose di insulina a distanza forniti da un sistema di supporto decisionale elettronico basato su algoritmi e si è scoperto che producevano risultati non inferiori alle raccomandazioni dei medici in termini di tempo nel target e sicurezza (ad esempio, ipoglicemia e chetoacidosi) (Nimri R et al., 2020).

Si noti che, a causa di problemi di sicurezza, non è stato avviato alcun sistema che consenta il controllo proattivo da remoto della terapia insulinica; Pertanto, tali sistemi devono essere ulteriormente testati in una popolazione più ampia.

4.5 Innovazioni tecnologiche nella gestione del diabete

Le soluzioni di telemedicina connesse a dispositivi intelligenti consentono una gestione personalizzata del diabete basata sui dati raccolti a distanza (McGough et al., 2018). Le piattaforme di big data possono analizzare i dati clinici dei pazienti per identificare modelli utili a migliorare i protocolli di trattamento e le terapie (Shah et al., 2019). I software di gestione dei dati clinici per i pazienti diabetici permettono ai medici di accedere facilmente alle informazioni, migliorando la personalizzazione dei trattamenti (Chomutare et al., 2018).

I sensori glicemici continui (CGM) consentono un monitoraggio in tempo reale dei livelli di glucosio nel sangue, migliorando la gestione del diabete rispetto ai metodi tradizionali di misurazione della glicemia con puntura del dito. (Battelino, T et al., 2019), inoltre i CGM hanno rivoluzionato la gestione del diabete riducendo così le ipoglicemie e migliorando il controllo complessivo (Moser et al., 2020). Infatti, i sistemi di allarme avanzati collegati ai CGM avvertono i pazienti e i medici quando i livelli glicemici stanno per diventare critici, prevenendo episodi gravi (Klonoff et al., 2019). L'accuratezza dei sensori glicemici continui è migliorata negli ultimi anni grazie all'introduzione di algoritmi più sofisticati, permettendo una gestione più efficace della terapia insulinica (Freckmann, G et al., 2020). I sistemi di erogazione dell'insulina senza aghi, come quelli a ultrasuoni, stanno diventando una realtà, rendendo più comoda e meno dolorosa la gestione del diabete (Matteucci et al., 2018). Inoltre, i dispositivi di monitoraggio non invasivi, come i sensori basati su luce o suoni, stanno emergendo come alternative meno invasive rispetto ai metodi tradizionali di puntura del dito (Zhou et al., 2021). I biosensori impiantabili per la misurazione del glucosio permettono un monitoraggio continuo senza la necessità di punture frequenti, aumentando l'aderenza del paziente (Kovatchev et al., 2019).

Per quanto riguarda le pompe per insulina intelligenti, queste consentono un'erogazione personalizzata di insulina in base ai dati forniti dai CGM, migliorando l'efficacia del trattamento (Bergenstal et al., 2019). Inoltre, le pompe per insulina intelligenti permettono un monitoraggio continuo dei livelli di glucosio e rilasciano insulina in base a calcoli automatizzati, riducendo la necessità di intervento manuale da parte del paziente (Smith, J et al., 2021). L'uso delle pompe di insulina con monitoraggio continuo aiuta a prevenire le complicanze a lungo termine del diabete, come danni ai nervi e malattie cardiovascolari

(Harris, P et al., 2019). L'integrazione delle pompe per insulina intelligenti con le app mobili consente una gestione più facile e intuitiva del diabete, aumentando l'aderenza al trattamento da parte dei pazienti (Taylor A, 2023). Le app per smartphone permettono ai pazienti di monitorare i loro dati glicemici, di registrare i pasti e l'attività fisica, fornendo feedback in tempo reale (Chomutare et al., 2018). Le applicazioni di gamification nella gestione del diabete stanno emergendo per migliorare la partecipazione e l'aderenza alla terapia, rendendo la gestione della malattia più coinvolgente. I glucometri wireless, che trasmettono automaticamente i dati a un'app sullo smartphone, hanno reso la gestione del diabete più integrata e accessibile (Verma et al., 2020). Le tecnologie di intelligenza artificiale (IA) possono essere utilizzate per prevedere i trend glicemici e suggerire modifiche ai trattamenti, migliorando il controllo glicemico (Shah et al., 2019).

I braccialetti indossabili che monitorano i parametri vitali, come la frequenza cardiaca e i livelli di attività fisica, forniscono un quadro completo della salute del paziente (Kovatchev et al., 2019).

I sistemi di monitoraggio a distanza per i bambini con diabete consentono ai genitori e agli insegnanti di tenere sotto controllo i valori glicemici senza interferire con la vita quotidiana del bambino (Moser et al., 2020).

Il microdosaggio automatico di insulina rappresenta una delle principali innovazioni nel trattamento del diabete di tipo 1, consentendo la somministrazione di piccole quantità di insulina per mantenere un controllo glicemico più stabile rispetto ai metodi tradizionali (Reddy et al., 2021), migliorando la precisione della terapia insulinica, rendendo più sicura la gestione del diabete di tipo 1 (Kovatchev et al., 2019).

4.5.1 Automonitoraggio della glicemia

La rilevazione domiciliare della glicemia permette di avere le indicazioni necessarie per l'aggiustamento della terapia farmacologica o per le modifiche da apportare alla dieta e all'attività fisica svolta.

L'autocontrollo glicemico dovrebbe essere eseguito con modalità e frequenza personalizzate su ciascun diabetico in base al tipo di terapia e alla risposta individuale a essa, nonché adattato e intensificato in base a eventuali situazioni che possono presentarsi

di giorno in giorno (altre patologie, episodi di ipoglicemia asintomatica, ipoglicemie notturne, variazione della terapia ipoglicemizzante, caldo molto intenso e prolungato, stress intenso ecc.).

Le linee guida indicate dalle società scientifiche italiane AMD (Associazione Medici Diabetologi) e SID (Società Italiana di Diabetologia) sottolineano l'importanza dell'appropriato livello di autocontrollo glicemico a seconda del tipo di diabete e della situazione clinica di ogni paziente.

È attualmente disponibile una gamma piuttosto ampia di sistemi per la misurazione della glicemia. Gli strumenti utilizzabili a questo scopo si sono profondamente modificati nel tempo, ma l'elemento portante è l'automonitoraggio glicemico (SMBG), che ha permesso enormi progressi, rendendo possibile il passaggio verso un'autogestione della malattia e il riconoscimento precoce delle situazioni più a rischio.

Questa tecnica richiede la misurazione più volte nella giornata della glicemia attraverso un campione di sangue capillare utilizzando biosensori usa e getta, ciascuno composto da un lettore (glucometro) e da apposite strisce reattive. Gli "Standard italiani per la cura del diabete mellito 2016" elaborati dalle due società scientifiche diabetologiche italiane (SID e AMD) riportano le raccomandazioni sull'uso e la periodicità dell'autocontrollo glicemico per la corretta gestione della patologia in base alla terapia.

Nei pazienti in terapia insulinica intensiva il numero di misurazioni SMBG suggerite/raccomandate è di 150 misurazioni/mese o 125 misurazioni/mese in condizioni di controllo glicemico stabile nei pazienti con diabete di tipo 2 (Associazione Medici Diabetologi (AMD) - Società Italiana di Diabetologia (SID) (2016) Standard italiani per la cura del diabete mellito 2016).

Tuttavia, stanno emergendo nuovi metodi di monitoraggio della glicemia. Le innovative tecnologie avanzate consentono, tramite l'utilizzo di "sensori" minimamente invasivi, la misurazione automatica e continua del glucosio interstiziale per un periodo prolungato. Tali dispositivi, detti Continuous Glucose Monitoring (CGM), offrono un approccio innovativo alla gestione del diabete. La più importante differenza tra SMBG e CGM sta nella mole di informazioni che può venire da uno strumento che effettua rilevazioni frequentissime, senza richiedere l'intervento attivo del paziente, anche in momenti della

giornata realisticamente non indagabili con i sistemi tradizionali (come possono risultare le ore notturne), rilevando la totalità delle escursioni glicemiche e nella possibilità del CGM di fornire informazioni relative alla tendenza della glicemia intesa come una stima della velocità di variazione dal valore del momento.

L'introduzione di tali sistemi di monitoraggio avanzati con sensori rappresenta una tecnologia meno intrusiva rispetto ai tradizionali SMBG e rende il test del glucosio meno fastidioso (senza usare lancette e senza pungere il dito). Recentemente si è resa disponibile sul mercato una nuova tecnologia per il monitoraggio del glucosio caratterizzata da una maggior semplicità di gestione rispetto ai sistemi finora esistenti, denominata "FreeStyle Libre - Flash Glucose Monitoring System (Abbott Diabetes Care.) (FGM)", che in alcuni gruppi selezionati di pazienti può rappresentare una valida alternativa.

Il sistema di monitoraggio FGM è basato su un sensore che misura costantemente i livelli di glucosio nel liquido interstiziale. Il sensore è indossato fino a 14 giorni (registra automaticamente i valori di glucosio durante il giorno e la notte) e la sua accuratezza in questo periodo è stata clinicamente dimostrata, con una differenza relativa assoluta media del 9,5% rispetto ai test della glicemia (Castorino K, 2018).

Le prestazioni e la facilità d'uso del sistema di FGM sono state valutate in pazienti con diabete di tipo 1 e di tipo 2: uno studio condotto su 72 soggetti affetti da diabete di tipo 1 o di tipo 2 ha dimostrato la precisione del sensore, rimanendo stabile oltre 14 giorni e non venendo influenzata da indice di massa corporea, età e altre caratteristiche dei pazienti (Bailey T et al., 2015). Il sensore aggiorna le letture ogni minuto e memorizza i dati ogni 15 minuti.

Con l'ausilio di un software appositamente progettato, è possibile scaricare dal lettore i dati del glucosio e generare una serie di report, che offrono un quadro glicemico completo per vari periodi in formati grafici facili da interpretare. Questi report comprendono: un'istantanea, profili giornalieri, analisi dei profili del glucosio, profili dei pasti, riepilogo mensile, riepilogo settimanale, diario giornaliero e dettagli del lettore. Il sistema di monitoraggio flash del glucosio FreeStyle Libre è indicato per la misurazione dei livelli di glucosio nei fluidi interstiziali di pazienti (a partire dai 4 anni di età) con diabete mellito, incluse le donne in gravidanza. L'indicazione pediatrica (età compresa tra 4 e 12

anni) è limitata ai pazienti sottoposti alla supervisione di una persona di età superiore ai 18 anni.



Figura 6. Sistema FGM <https://www.diabete.com/regione-lazio-linee-presidi-monitoraggio-glicemia/>

Il sistema FGM è stato progettato per sostituire il SMBG, fatta eccezione nelle seguenti circostanze: i) nelle fasi di cambiamento rapido dei livelli di glucosio, i livelli di glucosio misurati dal sensore e riportati come correnti potrebbero non riflettere accuratamente i livelli di glicemia; ii) necessità di confermare il sospetto di ipoglicemia, in atto o imminente, riportata dal sensore; iii) se i sintomi non corrispondono alla lettura del sistema di monitoraggio flash del glucosio FreeStyle Libre.

La scelta del sistema di monitoraggio della glicemia e della periodicità dell'autocontrollo glicemico deve essere effettuata con appropriatezza, sulla base della terapia del diabete e in base alle caratteristiche del singolo paziente. Molte persone con diabete potranno soddisfare completamente le proprie esigenze con un sistema privo di funzioni aggiuntive; per specifiche categorie di pazienti, invece, la presenza di funzioni o caratteristiche aggiuntive si traduce in un miglioramento della qualità della cura.

Il FreeStyle Libre risulta introdotto in diverse Regioni e Province Autonome con modalità talvolta variabili in termini di caratteristiche dei pazienti eleggibili, modalità di distribuzione e strategie di acquisto (Determine regionali - FreeStyle Libre), (Lo Scalzo A et al., 2018). Ad oggi, infatti, la prescrivibilità è a cura dei Centri diabetologici regionali e l'erogazione avviene da parte dei servizi farmaceutici delle ASL di residenza, a

eccezione del Veneto dove la distribuzione è in DPC (Distribuzione Per Conto) (Determine regionali - FreeStyle Libre).

4.5.2 Controllo glicemico: dispositivi utilizzati

Le evidenze scientifiche a tutt'oggi dimostrano che la compliance alla terapia antidiabetica e l'autocontrollo glicemico sono i fattori terapeutici essenziali che concorrono al buon controllo della patologia nel tempo al fine di garantire profili glicemici stabili, ridurre il rischio sia di progressione e insorgenza di gravi complicanze del diabete e degli scompensi metabolici acuti (ipoglicemia e chetoacidosi) sia dei costi correlati (Operatori Sanitari di Diabetologia Italiani (OSDI). Raccomandazioni di trattamento assistenziale in campo diabetologico).

Di recente sono state sviluppate varie tecniche di monitoraggio del glucosio. Queste tecnologie sono classificate in base al loro meccanismo come invasive (IN), minimamente invasive (MI) e non invasive (NI) (Dinani ST et al., 2015), (Cryer PE, 2012), (Saeedi P. et al., 2019).

I metodi invasivi sono il gold standard e i più ampiamente impiegati per le misurazioni della glicemia (Dinani ST et al., 2015).

I dispositivi convenzionali attualmente in uso, come i dispositivi di automonitoraggio della glicemia (SMBG), i cosiddetti glucometri, e i dispositivi di monitoraggio continuo della glicemia (CGM), seguono rispettivamente i metodi invasivi e minimamente invasivi (Ajjan R et al., 2019), (Li K et al., 2020), (Jernelv IL et al., 2019).

Sono entrambi basati su biosensori elettrochimici. I sensori SMBG richiedono il prelievo di una goccia di sangue per essere testati tramite puntura del dito, mentre i sensori CGM si basano su un ago impiantato sottocutaneamente.

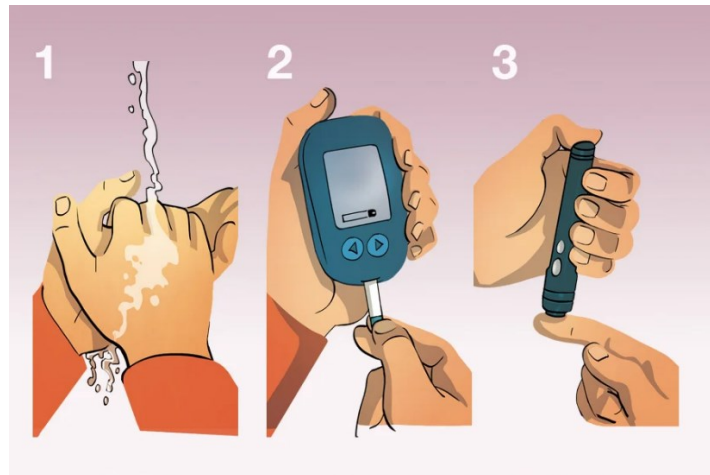


Figura 6. Automonitoraggio strumenti: glucometro, strisce, lancette e pungidito.
<https://www.modusonline.it/tutto-sul-diabete/6-lautomonitoraggio-domiciliare-della-glicemia/>

Gli scienziati hanno condotto studi su sensori di glucosio non invasivi che sono affidabili, rapidi, indolori e convenienti per la comodità dei pazienti di monitorare frequentemente il loro livello di glucosio; quindi, riducendo le complicazioni del diabete.

Negli ultimi due decenni sono stati proposti vari tipi di tecniche non invasive, tra cui tecniche ottiche e non ottiche. Tra le tecniche di monitoraggio del glucosio non invasive, i metodi ottici forniscono le migliori misurazioni.

Le tecnologie ottiche come la spettroscopia nel vicino infrarosso, nel medio infrarosso o Raman hanno una grande selettività per il rilevamento del glucosio data la complessità delle proprietà del sangue/tessuto. Inoltre, il tessuto biologico mirato negli approcci ottici è meno esposto all'irritazione (Sim J et al., 2018).

5. CONCLUSIONI

La telemedicina rappresenta un'innovazione fondamentale nel panorama della sanità moderna, offrendo numerosi vantaggi sia per i pazienti che per i professionisti del settore.

La capacità di garantire un accesso facilitato ai servizi sanitari, in particolare per le popolazioni rurali e svantaggiate, è uno dei tratti distintivi di questa modalità assistenziale.

La telemedicina non solo promuove una gestione continua delle malattie croniche, come il diabete, ma contribuisce anche a migliorare l'aderenza terapeutica e la soddisfazione dei pazienti, facilitando la comunicazione con i professionisti della salute. In particolare, la telemedicina si è dimostrata particolarmente efficace nella gestione del diabete, permettendo un monitoraggio costante e personalizzato delle condizioni di salute.

Grazie all'utilizzo di dispositivi indossabili e piattaforme digitali, i pazienti possono ricevere supporto educativo e nutrizionale, oltre a consulenze specialistiche in tempo reale. Ciò non solo consente un miglior controllo della glicemia e la prevenzione delle complicanze, ma offre anche un importante supporto psicologico, fondamentale per affrontare le sfide legate alla malattia.

Inoltre, telemedicina non solo ottimizza le risorse sanitarie, ma contribuisce anche a una riduzione significativa dei costi operativi e delle emissioni di CO₂, facendo della telemedicina una scelta sostenibile dal punto di vista ambientale.

In un contesto globale caratterizzato da crescenti sfide sanitarie, la telemedicina ha dimostrato la sua capacità di adattarsi e rispondere rapidamente alle necessità di assistenza sanitaria.

Tuttavia, è fondamentale affrontare le sfide ancora presenti, quali l'accesso a tecnologie adeguate e la formazione continua dei professionisti. Investire nella formazione e nell'infrastruttura necessaria per garantire l'efficacia della telemedicina è essenziale per il suo successo a lungo termine. È pertanto cruciale che le istituzioni sanitarie continuino a promuovere politiche che supportino l'integrazione della telemedicina nei modelli di assistenza esistenti.

In conclusione, la telemedicina si presenta non solo come una risposta innovativa alle esigenze sanitarie contemporanee, ma anche come un'opportunità per ripensare e migliorare il modo in cui forniamo cure, con un occhio attento alla personalizzazione e alla sostenibilità. La sua continua evoluzione e implementazione promette di rivoluzionare la gestione delle malattie croniche, rendendo l'assistenza sanitaria più accessibile, efficiente e centrata sul paziente.

6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Abbott CA, Malik RA, van Ross ER, Kulkarni J, Boulton AJ. Prevalence and characteristics of painful diabetic neuropathy in a large community-based diabetic population in the United Kingdom. *Diabetes Care*. 2011; 34:2220-4

Abbott Diabetes Care. FreeStyle Libre. <http://www.freestylelibre.it>.

Abdali D, Samson SE, Grover AK. How effective are antioxidant supplements in obesity and diabetes? *Med princ pract*. 2015;24((3)):201–15.

Adolfsson P, Hartvig NV, Kaas A, Moller JB, Hellman J. Increased throughput time and fewer missed bolus injections after the introduction of a smartly connected insulin pen. *Diabetes Technol Ther*. 2020; 22(10):709–18.

Ajjan R., Slattery D., Wright E. Continuous glucose monitoring: A brief review for general practitioners. *Adv. Ther*. 2019; 36:579–596. doi: 10.1007/s12325-019-0870-x.

Al-Badri M, Hamdy O. Diabetes Clinic Reimagined: Will Technology Change the Future of Diabetes Care? *Ther Adv Endocrinol Metab*. 2021;12:2042018821995368. doi: 10.1177/2042018821995368.

Almathami, H. K., Win, K. T., & Vlahu-Gjorgievska, E. (2020). Telemedicine in the era of COVID-19: a review of the role of telemedicine in the management of chronic diseases. *Journal of Healthcare Management*, 65(2), 148-157.

American Diabetes Association 7. Diabetes Technology: Standard of Medical Care in Diabetes-2020. *Diabetes Care*. January 2020; 43(Suppl 1):S77–88. doi: 10.2337/dc20-S007.

American Diabetes Association 9. Cardiovascular disease and risk management: standard of medical care in diabetes-2018. *Diabetes Care*. 2018 Jan;41 (Suppl 1): S86–104. doi: 10.2337/dc18-S009.

American Diabetes Association. (2020). Standards of medical care in diabetes—2020. *Diabetes Care*, 43(Suppl 1), S1-S212.

American Diabetes Association. 7. Diabetes Technology: Standard of Medical Care in Diabetes—2019. *Diabetes care*. 2019; 42(Suppl 1):S71–80.

American Telemedicine Association (ATA) Telehealth: Defining Care for the 21st Century. *Telemedicine Basics - ATA*. 2019. [2021-01-19].

American Telemedicine Association. (2021). Telemedicine: A guide for healthcare professionals. Retrieved from <https://www.americantelemed.org>

Aquino R., Johnnides C., Makaroun M., Whittle JC, Muluk VS, Kelley ME, and Muluk SC, Natural History of Claudication: Long-term Serial Follow-up Study of 1244 Limps, *Journal of Vascular Surgery*. (2001) 34, no. 6, 962–970, 2-s2.0-0035654172.

Associazione Medici Diabetologi (AMD) - Società Italiana di Diabetologia (SID) (2016) Standard italiani per la cura del diabete mellito 2016.

Bailey T, Bode BW, Christiansen MP et al (2015) The performance and usability of a factory-calibrated Flash Glucose Monitoring System. *Diabetes Technol Ther* 17:787-794.

Bashshur, R. L., Shannon, G. W., Krupinski, E. A., & Grigsby, J. (2013). The empirical foundations of telemedicine interventions for chronic disease management. *Telemedicine and e-Health*, 19(4), 323-326.

Bashshur, R., Shannon, G., Sapci, H., & Bashshur, N. (2016). The Empirical Foundations of Telemedicine: A Review of the Evidence Base. *Telemedicine and e-Health*, 22(5), 376-383.

Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, Amiel SA, Beck R, Biester T, et al. Clinical targets for the interpretation of continuous glucose monitoring data: recommendations from the international consensus on time in range. *Diabetes care*. 2019; 42(8):1593–603.

Battelino, T., et al. (2019). Continuous glucose monitoring: A consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 42(6), 1038-1045.

Beck J, Greenwood DA, Blanton L, Bollinger ST, Butcher MK, Condon JE, Cypress M, Faulkner P, Fischl AH, Francis T, Kolb LE, Lavin-Tompkins JM, MacLeod J, Maryniuk M, Mensing C, Orzeck EA, Pope DD, Pulizzi JL, Reed AA, Rhinehart AS, Siminerio L, Wang J, 2017 Standards Revision Task Force 2017. National standards for diabetes self-management education and support. *Diabetes Care*. 2017 Oct;40(10):1409–19. doi:10.2337/DC17-0025.

Beck-Nielsen, H., Groop, L., & Groop, P. H. (2003). The role of the kidney in glucose homeostasis: Implications for the treatment of type 2 diabetes. *Diabetology*, 46(9), 1070-1075.

Bellamy, L., Casas, J. P., Hingorani, A. D., & Williams, D. (2009). Type 2 diabetes mellitus after gestational diabetes: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 373(9677), 1773-1779.

- Besser, R. E., Ludvigsson, J., Jones, A. G., & Hattersley, A. T. (2011). C-peptide and its clinical utility in the diagnosis of diabetes. *Clinical Chemistry*, 57(2), 266-274.
- Boulé, N. G., et al. (2001). Physical activity and type 2 diabetes: a systematic review. *The Diabetes Educator*, 27(5), 743-752.
- Brownlee, M. (2001). Biochemistry and molecular cell biology of diabetic complications. *Nature*, 414(6865), 813–820. <https://doi.org/10.1038/414813a>
- Buell, K., Hamer, M., Knight, A., & Desborough, T. (2019). Telehealth: Enhancing Diabetes Management. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 13(3), 647-658.
- Burckhardt MA, Fried L, Bebbington K, Hancock M, Nicholas JA, Roberts A, et al. Using Remote Monitoring with Continuous Glucose Monitoring in Young Children With Type 1 Diabetes: The Parents' View. *Diabetes Med.* 2019; 36(11):1453–9.
- Castorino K (2018) Enhanced accuracy of the FreeStyle Libre flash glucose monitoring system. EASD 2018 Annual Meeting; Oral Presentation # IS10.2.
- Chaudhry, B. M., Connelly, K., Siek, K. A., & Welch, J. L. (2017). Mobile health intervention for self-management of chronic diseases: The example of type 2 diabetes. *International Journal of Telemedicine and Applications*, 2017.
- Chomutare, T., et al. (2018). Mobile health applications in diabetes care: A systematic review of the literature. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 12(5), 1021-1029.
- Clairotte C., Retout S., Potier L., Roussel R., and Escoubet B., Automatic measurement of ankle-brachial pressure index by clinical staff for the diagnosis of peripheral arterial disease in diabetic and non-diabetic patients, *Diabetes Care.* (2009) 32, no. 7, 1231–1236, 2-s2.0-67650021643.
- Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2021 *Diabetes Care* 2021;44(Suppl. 1):S15–S33)
- Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: A position statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2016 November;39((11)):2065–79.
- Colberg, S. R., et al. (2016). Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065-2079.

Colloca L, Ludman T, Bouhassira D, Baron R, Dickenson AH, Yarnitsky D, Freeman R, Truini A, Attal N, Finnerup NB, Eccleston C, Kalso E, Bennett DL, Dworkin RH, Raja SN. Neuropathic pain. *Nature Reviews Disease Primers*. 2017; 3:17002

Crowther, C. A., Hiller, J. E., Moss, J. R., McPhee, A. J., Jeffries, W. S., & Robinson, J. S. (2005). Effect of treatment of gestational diabetes mellitus on pregnancy outcomes. *The New England Journal of Medicine*, 352(24), 2477-2486.

Cryer PE Minireview: Glucagon in the pathogenesis of hypoglycemia and hyperglycemia in diabetes. *Endocrinology*. 2012; 153 : 1039–1048. doi: 10.1210/en.2011-1499.

Cryer, P. E. (2016). Mechanisms of hypoglycemia-associated autonomic failure in diabetes. *New England Journal of Medicine*, 369(4), 362-372.

Davies, M. J., et al. (2018). Intensive glycaemic control and cardiovascular outcomes in patients with type 2 diabetes. *New England Journal of Medicine*, 378(5), 475-485.

Davis WA, Knuiman MW, Hendrie D, Davis TM. The obesity-driven rising costs of type 2 diabetes in Australia: Projections from the Fremantle Diabetes Study. *Intern Med J* 36: 155-161, 2006.

DCCT Research Group. (1993). The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine*, 329(14), 977-986.

Deshpande AD, Harris-Hayes M., Schootman M. Epidemiology of diabetes and diabetes-related complications. *Physiotherapy*. 2008; 88(11):1254–1264. doi: 10.2522/ptj.20080020.

Determine regionali FreeStyle Libre. <http://service.freestylelibre>.

Dinani ST, Zekri M., Kamali M. Regulation of blood glucose concentration in type 1 diabetics using single-order scroll mode control combined with on-line fuzzy tunable gain, a simulation study. *J. Med. Signals Sens*. 2015; 5:131–140. doi: 10.4103/2228-7477.161463.

Dorsey, E. R., & Topol, E. J. (2016). State of Telemedicine and Its Role in Health Care: A Review. *JAMA*, 316(21), 2229-2230.

Dorsey, E. R., & Topol, E. J. (2016). Telemedicine 2020 and the next decade. *The Lancet*, 395(10227), 859-862.

- Doupis J, Festas G, Tsilivigos C, Efthymiou V, Kokkinos A. Smartphone-based technology in diabetes management. *Diabetes Ther.* 2020; 11(3):607–19.
- Duncan, M. J., et al. (2013). The role of obesity in the development of type 2 diabetes. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 98(2), 250-261.
- Eckel, R. H., et al. (2011). AHA/ACC/TOS Guidelines for the Management of Overweight and Obesity in Adults. *Circulation*, 124(24), 1996-2019.
- Eiser, C., & Morse, R. (2001). The role of psychology in diabetes care. *Diabetes Care*, 24(12), 1971-1978.
- Escalante-Pulido M, Escalante-Herrera A, Milke-Najar ME, Alpizar-Salazar M. Effects of weight loss on insulin secretion and insulin sensitivity in vivo in obese diabetic and non-diabetic subjects. *Diabetes Nutr Metab.* 2003; 16:277–283.
- Ettaro L, Songer TJ, Zhang P, Engelgau MM. Cost-of-illness studies in diabetes mellitus. *Pharmacoeconomics* 22: 149-164, 2004.
- Federazione Internazionale Diabete. *IDF Diabetes Atlas*, 10a edizione. Bruxelles, Belgio: 2021.
- Forbes JM, Cooper ME. Mechanisms of diabetic complications. *Physiological review.* 2013;93:137-88.
- Frank RN. Retinopatia diabetica. *New England Journal of Medicine.* 2004;350:48-58.
- Freckmann, G., et al. (2020). "Accuracy of Continuous Glucose Monitoring Systems in Pediatric Patients With Type 1 Diabetes." *Journal of Diabetes Science and Technology*, 14(5), 900-906. doi:10.1177/1932296820909019.
- Frielitz FS, Dordelmann J, Lemke S, Lange K, Hiort O, Katalinic A, et al. Evaluation of the benefits and challenges of video consultations for the treatment of children with type 1 diabetes: A qualitative study among diabetes professionals. *Exp Clin Endocrinol Diabetes.* 2020. <https://doi.org/10.1055/a-1149-8814>.
- Funnell, M. M., et al. (2010). National standards for diabetes self-management education in adults. *Diabetes Care*, 33(Suppl 1), S89-S96.
- Gajarawala, S. N., & Pelkowski, J. N. (2021). Telehealth Benefits and Barriers. *The Journal for Nurse Practitioners*, 17(2), 218-221.

Garber AJ, Abrahamson MJ, Barzilay JI, Blonde L, Bloomgarden ZT, Bush MA, Dagogo-Jack S, DeFronzo RA, Einhorn D, Fonseca VA, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Consensus Statement on Type 2 Diabetes Comprehensive Management Algorithm - Executive Summary 2016. *Endocr Pract.* 2016; 22:84–113.

Garber, A. J., et al. (2019). AACE/ACE Comprehensive Diabetes Management Algorithm 2019. *Endocrine Practice*, 25(1), 69-100.

Gargallo Fernández Manuel M, Breton Lesmes I, Basulto Marset J, Quiles Izquierdo J, Formiguera Sala X, Salas-Salvadó J. Evidence-based nutritional recommendations for the prevention and treatment of overweight and obesity in adults (FESNAD-SEMIO consensus document). The role of diet in the treatment of obesity (III/III), *Nutr Hosp.*, 2012; 27:833–864.

Gilbertson DT, Liu J, Xue JL, Louis TA, Solid CA, Ebben JP, Collins AJ. Projection of the number of patients with end-stage renal disease in the United States up to the year 2015. *Journal of American Society of Nephrology.* 2005;16:3736-41.

Gonzalez, J. S., et al. (2007). The role of social support in diabetes management: a systematic review. *Health Psychology*, 26(2), 189-197.

Groop PH, Thomas MC, Moran JL, Waden J, Thorn LM, Makinen VP, Rosengard-Barlund M, Saraheimo M, Hietala K, Heikkila O, Forsblom C. The presence and severity of chronic kidney disease predicts all-cause mortality in type 1 diabetes. *Diabetes.* 2009;58:1651-8.

Haffner SM, Lehto S, Ronnema T, Pyorala K, Laakso M. Mortality from coronary artery disease in subjects with type 2 diabetes and in non-diabetic subjects with and without previous myocardial infarction. *New England Journal of Medicine.* 1998;339:229-34.

Hamasaki H. Daily physical activity and type 2 diabetes: A review. *World J Diabetes.* 25 Jun 2016;7((12)):243–51.

Hanlon P, Daines L, Campbell C, McKinstry B, Weller D, Pinnock H. Telehealth interventions to support self-management of long-term conditions: A systematic meta-review of diabetes, heart failure, asthma, chronic obstructive pulmonary disease, and cancer. *J Med Internet Res.* 2017 May 17;19(5):E172.doi:10.2196/jmir.6688.

Harris, M. C., Shapiro, E. D., & Haines, J. (2016). The Role of Telemedicine in the Management of Chronic Conditions. *Journal of Chronic Diseases*, 66(4), 473-480.

He X, Li J, Wang B, Yao Q, Li L, Song R, Shi X, Zhang J. Diabetes Self-Management Education Reduces the Risk of All-Cause Mortality in Patients With Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Endocrine*. 2017 March;55(3):712–31. doi:10.1007/s12020-016-1168-2.

Hirai FE, Tielsch JM, Klein BE, Klein R. Decadal change in vision-related quality of life in type 1 diabetes: Wisconsin epidemiological study of diabetic retinopathy. *Ophthalmology*. 2011;118:353-8.

Hirsch AT, Criqui MH, Treat-Jacobson D., Regensteiner JG, Creager MA, Olin JW, Krook SH, Hunninghake DB, Comerota AJ, Walsh ME, McDermott MM, and Hiatt WR, Detection, Awareness, and Treatment of Peripheral Arterial Diseases in Primary Care, *The Journal of the American Medical Association*. (2001) 286, No. 11, 1317–1324, 2-S2.0-0035913589.

Hogan P, Dall T, Nikolov P, American Diabetes Association. Economic costs of diabetes in the US in 2002. *Diabetes Care* 26: 917-932, 2003.

Intensive blood glucose control with sulfonylureas or insulin compared to conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. *Lancet*. 12 Sept. 1998; 352(9131):837–53.

Jernelv IL, Milenko K., Fuglerud SS, Hjelme DR, Ellingsen R., Aksnes A. A review of optical methods for continuous glucose monitoring. *Appl. Spectrosc. Rev*. 2019; 54:543–572. doi: 10.1080/05704928.2018.1486324.

Jia Q., Zhao X., Wang C., Wang Y., Yan Y., Li H., Zhong L., Liu L., Zheng H., Zhou Y. e Wang Y., Diabetes and poor outcomes within 6 months of acute ischemic stroke: China's National Stroke Registry, *ictus*. (2011) 42 , n. 10, 2758–2762 , 2 -s2.0-80053357275.

Jones, A. G., & Hattersley, A. T. (2013). The clinical utility of C-peptide measurement in the care of patients with diabetes. *Diabetologia*, 56(4), 485-495.

Kaur R, Kajal KS, Kaur A, Singh P. Telephone consultation and follow-up in diabetics: impact on metabolic profile, quality of life and patient compliance. *N Am J Med Sci*. 2015; 7(5):199–207.

Keesara, S., Jonas, A., & Schulman, K. (2020). Covid-19 and health care's digital revolution. *The New England Journal of Medicine*, 382(23), e82.

Kesavadev J, Shankar A, Pillai PBS, Krishnan G, Jothydev S. Cost-effective use of telemedicine and self-monitoring of blood glucose via Diabetes Tele Management System

(DTMS) to achieve target values of glycosylated hemoglobin without severe symptomatic hypoglycemia in 1,000 subjects with type 2 diabetes retrospective study Mellitus—a. *Diabetes Technol Ther.* 2012; 14(9):772–776. doi: 10.1089/dia.2012.0088.

Kim, C., Bullard, K. M., Herman, W. H., & Beckles, G. L. (2010). Association between iron deficiency and hemoglobin A1c levels among adults without diabetes in the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006. *Diabetes Care*, 33(4), 780-785.

Kim, H. S., Yoo, J. H., & Cho, J. H. (2019). Self-management mobile health apps for type 2 diabetes: A systematic review of the literature. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 13(1), 27-35.

Kitabchi, A. E., Umpierrez, G. E., Miles, J. M., & Fisher, J. N. (2009). Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. *Diabetes Care*, 32(7), 1335-1343.

Kivimäki, M., et al. (2019). Long-term sickness absence as a risk factor for disability pension. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 92(3), 327-334.

Klonoff DC, Kerr D. Smart pens will improve insulin therapy. *J Diabetes Sci Technol.* 2018; 12(3):551–3.

Knip, M., Siljander, H., & Akerblom, H. K. (2010). Autoimmune mechanisms in type 1 diabetes. *Autoimmunity Reviews*, 9(9), 604-608.

Knoflach M., Matosevic B., Rucker M., Furtner M., Mair A., Wille G., Zangerle A., Werner P., Ferrari J., Schmidauer C., Seyfang L., Kiechl S. and Willeit J., Functional recovery after ischemic stroke: a matter of age: data from the Austrian Register of Stroke Units, *Neurology.* (2012) 78, No. 4, 279 – 285, 2-S2.0-84857726639.

Kopanz JL, Lichtenegger A, Donsa K, Truskaller T, Lackner B, Aberer F, Pandis M, Reinisch-Gratzer J, Ambrosch G, Sinner F, Pieber T, Mader J. Effective, Safe, and User-Accepted Insulin Basal Therapy in Elderly Patients With Type 2 Diabetes Receiving Digitally Assisted Home Nursing Care: The glucotab@mobilecare Study. *Diabetes Technology* 2020; 22:A109–10.

Kovatchev, B. P., et al. (2019). Closed-loop control of diabetes: An overview of systems available in 2019. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 21(9), 491-497.

Kruse CS, Soma M, Pulluri D, Nemali NT, Brooks M. The effectiveness of telemedicine in the management of chronic heart disease – a systematic review. *JRSM Open.* 2017 March; 8 (3):2054270416681747. doi: 10.1177/2054270416681747.

- Kruse, C. S., Krowski, N., Rodriguez, B., Tran, L., Vela, J., & Brooks, M. (2017). Telehealth and patient satisfaction: a systematic review and narrative analysis. *BMJ Open*, 7(8), e016242.
- Kumar, S., Nema, S., & Vyas, P. (2020). Telemedicine and Its Role in Diabetes Care. *Diabetes Spectrum*, 33(3), 237-240.
- Laing SP, Swerdlow AJ, Slater SD, Burden AC, Morris A, Waugh NR, Gatling W, Bingley PJ, Patterson CC. Mortality from heart disease in a cohort of 23,000 patients with diabetes treated with insulin. *Diabetology*. 2003;46:760-5.
- Lange S., Diehm C., Darius H., Haberl R., Allenberg JR, Pittrow D., Schuster A., Von Stritzky B., Tepohl G., and Trampisch HJ, High prevalence of peripheral arterial disease and low treatment rates in elderly primary care patients with diabetes, *Experimental and clinical endocrinology and diabetes*. (2004) 112, No. 10, 566–573, 2-S2.0-10844287245.
- Lee SH, Nishi H, Tatsuma T. Tunable plasmon resonance of molybdenum oxide nanoparticles synthesized in non-aqueous media. *Chemical Comm*. 2017; 53(94):12680–12683. doi: 10.1039/C7CC08090E.
- Lee, P. A., Greenfield, G., & Pappas, Y. (2018). Telemedicine as a means of delivering cognitive behavioral therapy to treat severe depression in people with diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 24(2), 68-75.
- Leighton, E., Sainsbury, C. A., & Jones, G. C. (2009). A practical review of C-peptide testing in diabetes. *Diabetes Therapy*, 10(5), 2047-2057.
- Li K., Daniels J., Liu C., Herrero P., Georgiou P. Convolutional recurrent neural networks for glucose prediction. *IEEE J. Biomed. Health Inform*. 2020; 24:603–613. doi: 10.1109/JBHI.2019.2908488.
- Libiseller A, Kopanz J, Lichtenegger KM, Mader JK, Truskaller T, Lackner B, et al. Study Protocol to Evaluate User Acceptance, Safety, and Efficacy of a Tablet-Based Workflow and Decision Support System with Embedded Basal Insulin Algorithm for Glycemic Management in Participants With Type 2 Diabetes Receiving Home Health Care: A Single-center, Open-label, Proof-of-Concept Study uncontrolled. *Contemp Clin Trials Commun*. 2020;19:100620.
- Lo Scalzo A, Abraha I, Bonomo MA et al (2018) Flash Continuous Glucose Monitoring Systems - Rapid HTA report for diabetes subjects in insulin therapy. Agenas, Rome.

Maiorino MI, Signoriello S, Maio A, Chiodini P, Bellastella G, Scappaticcio L, et al. Effetti del monitoraggio continuo del glucosio sulle metriche del controllo glicemico nel diabete: una revisione sistematica con meta-analisi di studi randomizzati controllati. *Cura del diabete*. 2020; 43(5):1146–56.

Mason, J. (2017). History of Telemedicine. *Journal of Medical Internet Research*, 19(7), e248.

Matteucci, E., et al. (2018). Emerging technologies for diabetes care: From insulin pumps to artificial pancreas. *Journal of Endocrinological Investigation*, 41(7), 735-744.

Maxwell LG, McFarland MS, Baker JW, Cassidy RF. Evaluation of the impact of a pharmacist-led telehealth clinic on diabetes-related therapy goals in a population of veterans. *Pharmacotherapy*. 2016; 36 :348–356. doi: 10.1002/phar.1719.

McGough, P. M., Norris, T. E., & Yardley, A. (2018). Innovations in telemedicine and chronic disease management. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, 31(3), 503-511.

Metzger, B. E., Gabbe, S. G., Persson, B., Buchanan, T. A., Catalano, P. M., Damm, P., ... & Hadden, D. R. (2008). International association of diabetes and pregnancy study groups recommendations on the diagnosis and classification of hyperglycemia in pregnancy. *Diabetes Care*, 33(3), 676-682.

Ministero della Salute data di pubblicazione: 2 marzo 2021, ultimo aggiornamento 29 luglio 2024.

<https://www.salute.gov.it/portale/nutrizione/dettaglioContenutiNutrizione.jsp?lingua=italiano&id=5511&area=nutrizione&menu=croniche>

Ministero della Salute data di pubblicazione: 9 novembre 2018, ultimo aggiornamento 29 luglio 2024.

<https://www.pnrr.salute.gov.it/portale/nutrizione/dettaglioContenutiNutrizione.jsp?lingua=italiano&id=5546&area=nutrizione&menu=vuoto&tab=2>

Ministero della Salute Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria Ufficio 8 Legge 16 marzo 1987, n. 115, recante “Disposizioni per la prevenzione e la cura del diabete mellito” Relazione 2022.

Ministero della Salute, data di ultimo aggiornamento 18 gennaio 2024. <https://www.pnes.salute.gov.it/portale/ehealth/dettaglioContenutiEHealth.jsp?lingua=italiano&id=5525&area=eHealth&menu=telemedicina>

Misra, S., & Oliver, N. S. (2015). Diabetic ketoacidosis in adults. *BMJ*, 351, h5660.

Mohr, D. C., Cuijpers, P., & Lehman, K. (2017). Supportive accountability: A model for improving adherence to behavioral health interventions. *JAMA Psychiatry*, 74(8), 721-726.

Moser, O., et al. (2020). Continuous glucose monitoring systems in children and young adults with diabetes. *Diabetes Care*, 43(2), 280-287.

Muralidharan S, Ranjani H, Anjana RM, Allender S, Mohan V. Mobile health technology in the prevention and management of type 2 diabetes. *Indian J Endocrinol Metab*. 2017; 21(2):334. doi: 10.4103/ijem. IJEM_407_16.

Nathan, D. M., et al. (2008). Translating the A1C assay into estimated average glucose values. *Diabetes Care*, 31(8), 1473-1478.

Nguyen NT, Nguyen XM, Lane J, Wang P. Relationship between obesity and diabetes in an adult population of the United States: results of the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006. *Obes Surg*. 2011; 21:351–355.

Nimri R, Battelino T, Laffel LM, Slover RH, Schatz D, Weinzimer SA, et al. Insulin Dose Optimization Using an AI-Based Automated Decision Support System in Youth With Type 1 Diabetes. *Nat Med*. 2020; 26(9):1380–4.

Nobis S, Lehr D, Ebert DD, Baumeister H, Snoek F, Riper H, et al. Efficacy of a web-based intervention with cell phone support in the treatment of depressive symptoms in adults with type 1 and type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetes care*. 2015; 38(5):776–83.

Norgaard K. Telehealth and Technology Consultations for Diabetes During COVID-19. *J Diabetes Sci Technol*. 2020; 1932296820929378

O'Donnell MJ , Xavier D. , Liu L. , Zhang H. , Chin SL , Rao-Melacini P. , Rangarajan S. , Islam S. , Pais P. , McQueen MJ , Mondo C. , Damasceno A. , Lopez-Jaramillo P. , Hankey GJ , Dans AL , Yusuf K. , Truelsen T. , Diener H.-C. , Sacco RL , Ryglewicz D. , Czlonkowska A. , Weimar C. , Wang X. e Yusuf S. , Risk factors for ischemic and intracerebral hemorrhagic stroke in 22 countries (INTERSTROKE study): a case-control study, *The Lancet*. (2010) 376, No. 9735, 112 – 123, 2-S2.0-77955014011.

Obrosova IG. Painful and insensitive diabetic neuropathy: pathogenesis and potential treatments. *Neurotherapy*. 2009;6:638-47.

OMS. Una politica di telematica sanitaria a supporto della strategia Salute per tutti dell'OMS per lo sviluppo della salute globale: rapporto della consultazione di gruppo

dell'OMS sulla telematica sanitaria, 11-16 dicembre, Ginevra, 1997. Ginevra: Organizzazione mondiale della sanità; 1998.

Operatori Sanitari di Diabetologia Italiani (OSDI). Raccomandazioni di trattamento assistenziale in campo diabetologico. Le position statement OSDI 2011/2012.

Organizzazione Mondiale della Sanità Diabete. 2018. [2021-01-19].

Otto L, Harst L, Schlieter H, Wollschlaeger B, Richter P, Timpel P. Towards a unified understanding of eHealth and related terms – Proposal of a consolidated terminology base. Proceedings of the 11th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies; BIOSTEC'18; 19-21 January 2018; Funchal, Madeira, Portugal. Health Informatics Europe; 2018; Madeira: HEALTHINF; 2018. pp. 533–9.

Pan, X. R., et al. (1997). Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance: The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*, 20(4), 537-544.

Panagiotakos DB, Tzima N, Pitsavos C, Chrysohoou C, Papakonstantinou E, Zampelas A, et al. The relationship between eating habits, blood sugar and insulin levels among people without cardiovascular disease and type 2 diabetes; the ATTICA study. *Rev Diabet Stud*. 2005 Winter;2 ((4)):208–15.

Polonsky WH, Hessler D, Ruedy KJ, Beck RW, DS Group. The Impact of Continuous Glucose Monitoring on Quality of Life Markers in Adults With Type 1 Diabetes: Additional Results from the DIAMOND Randomized Clinical Trial. *Diabetes care*. 2017; 40(6):736–41.

Powers, M. A., Bardsley, J. K., Cypress, M., Duker, P., Funnell, M. M., & Hess Fischl, A. (2017). Diabetes self-management education and support in type 2 diabetes: A joint position statement of the American Diabetes Association, the American Association of Diabetes Educators, and the Academy of Nutrition and Dietetics. *The Diabetes Educator*, 43(1), 40-53.

Pradeepa R, Rajalakshmi R, Mohan V. Using telemedicine technologies in diabetes prevention and control in resource-constrained settings: lessons learned from emerging economies. *Diabetes Technol Ther*. 2019; 21:S29–S216. doi: 10.1089/dia.2019.0038.

Prince CT, Becker DJ, Costacou T, Miller RG, Orchard TJ. Changes in glycemic control and risk of coronary heart disease in type 1 diabetes mellitus: results from the Pittsburgh Epidemiology of Diabetes Complications (EDC) study. *Diabetology*. 2007; 50:2280-8

Reddy, M., Herrero, P., & Oliver, N. (2021). Advances in Insulin Pump Technology and Microdosing for Diabetes Management. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 15(6), 1432-1441.

Rodbard D. Continuous glucose monitoring: A review of recent studies demonstrating improved glycemic outcomes. *Diabetes Technol Ther*. 2017; 19(S3):S25–37.

Saeedi P., Petersohn I., Salpea P., Malanda B., Karuranga S., Unwin N., Colagiuri S., Guariguata L., Motala AA, Ogurtsova K., et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 2019; 157 :107843. doi: 10.1016/j.diabres.2019.107843.

Sarwar N., Gao P., Seshasai SR et al., Diabetes mellitus, fasting blood glucose concentration, and vascular disease risk: A collaborative meta-analysis of 102 prospective studies, *The Lancet*. (2010) 375, No. 9733, 2215–2222, 2-S2.0-77953821528.

Shah, M., et al. (2019). Artificial intelligence and diabetes technology. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 21(4), 257-264.

Sherifali D, Bai J, Kenny M, Warren R, Ali MU. Diabetes self-management programs in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Diabet Med*. 2015 November;32 (11): 1404–14. doi: 10.1111/DME.12780.

Shoelson SE, Lee J, Goldfine AB. Inflammation and insulin resistance. *J Clin Invest*. 2006; 116 :1793–1801.

Sim J., Ahn C., Jeong E., Kim B. In vivo microscopic photoacoustic spectroscopy for non-invasive monitoring of glucose invulnerable to skin secretion products. *Sci. Rep.* 2018; 8:1059. doi: 10.1038/s41598-018-19340-y.

Smith, A. C., Thomas, E., Snoswell, C. L., et al. (2020). Telehealth for the Treatment of Mental Health Conditions During the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5917.

Smith, J., Johnson, K., & Martinez, L. (2021). Advances in Insulin Pump Technology and the Role of Artificial Intelligence in Diabetes Care. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 15(4), 789-798.

Snoswell, C. L., Taylor, M. L., & Thomas, E. (2020). The clinical effectiveness of telehealth: A systematic review. *Australian Health Review*, 44(5), 629-635.

Song Y, Liu X, Zhu X, Zhao B, Hu B, Sheng X, Chen L, Yu M, Yang T, Zhao J. Increasing trend of diabetes combined with hypertension or hypercholesterolemia: analysis of NHANES data 1999-2012. *Ski Rep.* 2016 2 November; 6:36093. doi:10.1038/srep36093.doi:10.1038/srep36093.

Sood S, Mbarika V, Jugoo S, Dookhy R, Doarn CR, Prakash N, Merrell RC. What is Telemedicine? A collection of 104 peer-reviewed perspectives and theoretical foundations. *Telemed JE Health.* 2007 Oct;13(5):573–90. doi:10.1089/tmj.2006.0073.

Stratton, I. M., Adler, A. I., Neil, H. A., Matthews, D. R., Manley, S. E., Cull, C. A., Hadden, D., Turner, R. C., & Holman, R. R. (2000). Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): Prospective observational study. *BMJ*, 321(7258), 405-412.

Stratton, I. M., et al. (2000). Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes: Prospective observational study. *BMJ*, 321(7258), 405-412.

Tabella 1. Differenze tra Diabete tipo 1 e Diabete tipo 2 (<https://www.salute.gov.it/portale/nutrizione/dettaglioContenutiNutrizione>)

Tan SY, Wong JL, Sim YJ, Wong SS, Elhassan SA, Tan SH, Lim GP, Tay NW, Annan NC, Bhattamisra SK, Candasamy M. Type 1 and 2 diabetes mellitus: A review of the current treatment approach and gene therapy as a potential intervention. *Diabetes Metab Syndr.* 2019;13(1):364–72. doi: 10.1016/j.dsx.2018.10.008.

Taylor, A. (2023). Mobile Integration with Insulin Pumps: Enhancing User Experience and Compliance. *Journal of Mobile Health*, 9(2), 102-112.

Tchero, H., Kangambega, P., Briatte, C., Brunet-Houdard, S., Retali, G. R., & Rusch, E. (2019). Clinical effectiveness of telemedicine in diabetes mellitus: A meta-analysis of 42 randomized controlled trials. *Telemedicine and e-Health*, 25(7), 569-583.

Teutsch S. Preventing diabetes: The time is now. *Diabetes Care* 29: 1447-1448, 2006.

The digital/virtual diabetes clinic: the future is now: recommendations of an international panel on digital technologies for diabetes introduction. *Diabetes Technology Ther.* 2021;23:146–154. doi:10.1089/dia.2020.0375.

Tiwari, P., & Bhargava, R. (2015). Glicosuria and its role in diagnosing and monitoring diabetes mellitus: A review. *Journal of Medical Research and Practice*, 4(2), 102-108.

Tuckson, R. V., Edmunds, M., & Hodgkins, M. L. (2017). Telehealth. *The New England Journal of Medicine*, 377(16), 1585-1592.

Tuttolomondo A., Maida C., Pinto A. Diabetic foot syndrome as a possible cardiovascular marker in diabetic patients. *Journal of Diabetes Research*. 2015; 2015:12.doi:10.1155/2015/268390.268390

U.S. Department of Health and Human Services. (2019). Telehealth: A Program Guide for Healthcare Organizations. Retrieved from <https://www.hhs.gov/telehealth>

UKPDS Group. (1998). Intensive blood-glucose control with metformin, sulfonylureas, or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes. *The Lancet*, 352(9131), 837-853.

Umpierrez, G. E., Kitabchi, A. E., & Miles, J. M. (2002). Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 31(4), 623-639.

Umpierrez, G. E., Korytkowski, M., Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar syndrome. *JAMA*, 316(22), 2009-2018.

Ushigome E, Yamazaki M, Hamaguchi M, Ito T, Matsubara S, Tsuchido Y, et al. Utility and Safety of Remote Continuous Glucose Monitoring for a Severe COVID-19 Patient With Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2021; 23(1):78–80.

Van Wijk I., Kappelle LJ, Van Gijn J., Koudstaal PJ, Franke CL, Vermeulen M., Gorter JW, and Algra A., Long-term survival and risk of vascular events after transient ischemic attack or minor ischemic stroke: A cohort study, *The Lancet*. (2005) 365, No. 9477, 2098 – 2104, 2-S2.0-20444481770.

Verma, N., et al. (2020). Telemedicine in diabetes care: Remote monitoring and beyond. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 14(4), 746-753.

Villegas R, Shu XO, Gao YT, Yang G, Elasy T, Li H, et al. Eating vegetables but not fruits reduces the risk of type 2 diabetes in Chinese women. *J Nutr*. 2008 Mar;138((3)):574–80.

Von Sengbusch S, Doerdelmann J, Lemke S, Lange K, Hiort O, Katalinic A, et al. Parents' expectations before and after the 12-month experience with video consultations combined with regular outpatient care for children with type 1 diabetes: a qualitative study. *Diabetes Med*. 2020. <https://doi.org/10.1111/dme.14410>.

Von Sengbusch S, Eisemann N, Mueller-Godeffroy E, Lange K, Doerdelmann J, Erdem A, et al. Results of monthly video consultations as an adjunct to regular care for children

with type 1 diabetes: A 6-month quasi-randomized clinical trial followed by an extension phase. *Pediatric diabetes*. 2020; 21(8):1502–15.

Wade, V. A., Elliott, J. A., & Hiller, J. E. (2014). Clinician acceptance is the key factor for sustainable telehealth services. *Qualitative Health Research*, 24(5), 682-694.

Wallace, T. M., & Matthews, D. R. (2004). The assessment of insulin resistance in man. *Diabetic Medicine*, 21(3), 271-277.

Wareham NJ, Forouhi NG. Is there really an epidemic of diabetes? *Diabetologia* 48: 1454-1455, 2005.

Wild S, Roglic G, Green A, et al. Global prevalence of diabetes: Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 27: 1047-1053, 2004.

Wolfsdorf, J. I., Glaser, N., Agus, M., et al. (2018). ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar state. *Pediatric Diabetes*, 19(Suppl 27), 155-177.

Wootton, R. (2012). Telemedicine in the National Health Service. *British Medical Journal*, 344, e2200.

World Health Organization. (2017). Telehealth: A new opportunity for public health. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/telemedicine>.

World Health Organization. (2021). Global Strategy on Digital Health 2020-2025. Retrieved from <https://www.who.int/docs/default-source/documents/telehealth/global-strategy-on-digital-health-2020-2025.pdf>.

Zhang P, Engelgau MM, Norris SL, et al. Application of economic analysis to diabetes and diabetes care. *Ann Intern Med* 140: 972-977, 2004.

Zhang, P., et al. (2018). Innovations in diabetes management: implications for clinical practice. *Diabetes Care*, 41(3), 529-536.

<https://labtestsonline.it/ito-tests/monitoraggio-continuo-del-glucosio.html>

<https://www.portalediabete.org/controllo-della-glicemia-piu-semplce-ed-efficace-con-la-penna-intelligente-per-insulina-inpen-ada2021/>

<https://www.diabete.com/regione-lazio-linee-presidi-monitoraggio-glicemia/>