

il Diabete

Vol. 36, N. 2, luglio 2024



– RASSEGNE

Lo screening del diabete di tipo 1 in Italia, il progetto propedeutico e le implicazioni pratiche

Alimenti e prevenzione delle malattie cardiovascolari

– EDITORIALI

I trigliceridi come fattore di rischio cardiovascolare

– AGGIORNAMENTI IN TEMA DI OBESITÀ

Lipodistrofie: quando magro non è sinonimo di metabolicamente sano

– AGGIORNAMENTO DALLA LETTERATURA

Effetti benefici di un nuovo composto omega-3

– JOURNAL CLUB

– MEDICINA TRASLAZIONALE

Medicina rigenerativa e diabete di tipo 1: i progressi della bioingegneria applicati alla sostituzione della funzione beta-cellulare

– AGGIORNAMENTO IN TEMA DI TECNOLOGIE

Smartwatch, activity tracker e salute nella persona con diabete



il Diabete

Organo ufficiale della
Società Italiana di Diabetologia

Direttore Scientifico

Sebastiano Squatrito (Catania)

Co-direttori

Luca D'Onofrio (Roma, YoSID)

Carla Greco (Modena, YoSID)

Gloria Formoso (Chieti)

Lucia Frittitta (Catania)

Marta Letizia Hribal (Catanzaro)

Comitato di Redazione

Benedetta Bonora (Padova)

Fabio Broglio (Torino)

Stefano Ciardullo (Milano)

Francesca Cinti (Roma-Cattolica)

Giuseppe Daniele (Pisa)

Angela Dardano (Pisa)

Ilaria Dicembrini (Firenze)

Antonio Di Pino (Catania)

Francesca Fiory (Napoli)

Luigi Laviola (Bari)

Anna Leonardini (Bari)

Roberta Lupoli (Napoli-Federico II)

Ernesto Maddaloni (Roma-Sapienza)

Daria Maggi (Roma-Campus)

Alessandro Mantovani (Verona)

Lorella Marselli (Pisa)

Matteo Monami (Firenze)

Mario Luca Morieri (Padova)

Antonio Nicolucci (Pescara)

Emanuela Orsi (Milano)

Pia Clara Pafundi (Napoli-Vanvitelli)

Lorenzo Piemonti (Milano)

Francesca Porcellati (Perugia)

Ivana Rabbone (Torino)

Elena Succurro (Catanzaro)

Dario Tuccinardi (Roma-Campus)

Responsabili di Redazione

Andrea Tumminia (Catania)

Agostino Milluzzo (Catania)

Rosario Le Moli (Catania)

CONSIGLIO DIRETTIVO SID

Presidente

Angelo Avogaro (Padova)

Presidente Eletto

Raffaella Buzzetti (Roma)

Tesoriere

Marta Letizia Hribal (Catanzaro)

Segretario

Saula Vigili de Kreutzenberg (Padova)

Consiglieri

Gloria Formoso (Chieti)

Mariangela Ghiani (Cagliari)

Luigi Laviola (Bari)

Giuseppe Lepore (Bergamo)

Maria Ida Maiorino (Napoli)

Raffaele Napoli (Napoli)

Andrea Natali (Pisa)

Lorenzo Piemonti (Milano)

Salvatore Piro (Catania)

Sabrina Prudente (Roma)

Elena Succurro (Catanzaro)

UFFICIO DI PRESIDENZA SID 2022-2024

Angelo Avogaro (Padova)

Agostino Consoli (Chieti)

Raffaella Buzzetti (Roma)

Sommario

– **RASSEGNE** A CURA DI LUCIA FRITTITTA E SEBASTIANO SQUATRITO

67 **Lo screening del diabete di tipo 1 in Italia, il progetto propedeutico e le implicazioni pratiche**

Valentina Tiberi, Umberto Agrimi, Riccardo Bonfanti, Emanuele Bosi, Dario Iafusco, Enza Mozzillo, Carlo Ripoli, Antonio D'Avino, Flavia Pricci, Olimpia Vincentini, Marco Silano, Valentino Cherubini

78 **Alimenti e prevenzione delle malattie cardiovascolari**

Olga Vaccaro, Annalisa Giosuè, Marilena Vitale

92 – **EDITORIALI** A CURA DI SEBASTIANO SQUATRITO

I trigliceridi come fattore di rischio cardiovascolare

Mario Luca Morieri

103 – **AGGIORNAMENTI IN TEMA DI OBESITÀ** A CURA DI LUCIA FRITTITTA

Lipodistrofie: quando magro non è sinonimo di metabolicamente sano

Lavinia Palladino, Giovanni Ceccarini, Donatella Gilio, Silvia Magno, Caterina Pelosini, Melania Paoli, Maria Rita Sessa, Ferruccio Santini

113 – **AGGIORNAMENTO DALLA LETTERATURA** A CURA DI MARTA LETIZIA HRIBAL

Effetti benefici di un nuovo composto omega-3

115 – **JOURNAL CLUB** A CURA DI MARTA LETIZIA HRIBAL

121 – **MEDICINA TRASLAZIONALE: APPLICAZIONI CLINICHE DELLA RICERCA DI BASE**

A CURA DI CARLA GRECO E LUCA D'ONOFRIO PER IL GRUPPO YoSID

Medicina rigenerativa e diabete di tipo 1: i progressi della bioingegneria applicati alla sostituzione della funzione beta-cellulare

Cataldo Pignatelli, Alessia Neroni, Francesco Campo, Matteo Monieri, Francesca Servidio, Alessia Nolli, Camilla Teruzzi, Sofia Cochi, Antonio Citro

145 – **AGGIORNAMENTO IN TEMA DI TECNOLOGIE** A CURA DI GLORIA FORMOSO

Smartwatch, activity tracker e salute nella persona con diabete

Andrea Di Blasio, Leandro Ditali, Maria Pompea Antonia Baldassarre, Gloria Formoso

il Diabete

Vol. 36, N. 2, luglio 2024

Direzione Scientifica

Sebastiano Squatrito, Catania

Direttore Responsabile

Mattia Righi

Associato all'Unione Stampa Periodica Italiana



Copyright © 2024 SID

Società Italiana di Diabetologia

CC BY 4.0 License

ISBN online 979-12-5477-486-1

ISSN online 1720-8335

DOI 10.30682/ildia2402

Nessuna parte può essere duplicata o riprodotta senza l'autorizzazione scritta dell'Editore.

Fondazione Bologna University Press

Via Saragozza 10, 40123 Bologna

tel. (+39) 051 232 882

e-mail: info@buponline.com

www.buponline.com

Periodico riconosciuto "di elevato valore culturale" dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali

Autorizzazione Tribunale di Milano

n. 706 del 2/11/1988

Avvertenza ai lettori

L'Editore declina ogni responsabilità derivante da errori od omissioni in merito a dosaggio e impiego di prodotti eventualmente citati negli articoli, e invita il lettore a controllarne personalmente l'esattezza, facendo riferimento alla bibliografia relativa.

a cura di Gloria Formoso

Dipartimento di Medicina e Scienze dell'Invecchiamento;
Center for Advanced Studies and Technology-CAST, Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara

Smartwatch, activity tracker e salute nella persona con diabete ♦ *Smartwatch, activity tracker and health in people with diabetes*

Andrea Di Blasio, Leandro Ditali, Maria Pompea
Antonia Baldassarre, Gloria Formoso

Dipartimento di Medicina e Scienze dell'Invecchiamento, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara, Chieti

DOI: <https://doi.org/10.30682//ildia2402g>

ABSTRACT

For people with diabetes, technological development represents an important opportunity to optimize therapeutic outcomes through an approach aimed at improving the quality of physical activity, exercise, and sleep, while combating sedentary behavior. However, this approach requires adequate training of members of the health care team and includes, in addition to knowledge of the dimensions of the aforementioned behavioral variables, an understanding of the dynamics of change associated with them. It is also crucial not to overlook the importance of active patient participation and the selection of appropriate tools and equipment.

KEYWORDS

Smartwatch, activity tracker, diabetes, sleep quality.

L'attività fisica regolare e l'esercizio fisico sono elementi cardine nella prevenzione del diabete mellito e delle sue numerose complicanze (1). Nonostante le solide evidenze scientifiche a supporto dei benefici legati ad uno stile di vita attivo, la promozione di comportamenti salutari in questo ambito si scontra spesso con notevoli difficoltà legate alla necessità di un cambiamento comportamentale duraturo e consolidato da parte del paziente. Adottare e mantenere uno stile di vita fisicamente attivo richiede infatti un impegno costante e una motivazione profonda, poiché implica la modifica di abitudini radicate e la

gestione di ostacoli quotidiani. Questo cambiamento comportamentale rappresenta una sfida significativa, in quanto implica l'adozione di un nuovo modo di vivere e di relazionarsi con la propria salute, superando le barriere psicologiche, sociali e ambientali che possono ostacolarne l'attuazione (2-3). Nel caso specifico del diabete, il processo di modifica delle abitudini risulta particolarmente impegnativo e complesso, poiché prevede un intervento simultaneo e sinergico su più fattori interdipendenti e strettamente connessi tra loro, quali l'alimentazione, i livelli di sedentarietà, la pratica di attività fisica e le abitudini legate al sonno (4). Inoltre, è importante ricordare che la persona con diabete assume cronicamente una terapia farmacologica, non esente da problemi di aderenza.

Un approccio di questo tipo necessita inevitabilmente di una strategia multidisciplinare e multidimensionale, volta a creare e consolidare nel tempo nuovi comportamenti salutari attraverso stimoli coerenti, convergenti e costanti, provenienti da diverse direzioni (5-6). La teoria *24-hours activity cycle* ci ricorda che le nostre giornate sono composte da 24 ore divisibili nel tempo che trascorriamo dormendo, svolgendo attività sedentarie o attività fisiche di intensità leggera, moderata, vigorosa e molto vigorosa (7). Secondo tale teoria, partendo da presupposto che le 24 ore giornaliere non possono essere modificate nella loro durata, all'incrementare del tem-

po di una o più variabili corrisponde il ridursi delle altre. Purtroppo, è stato dimostrato che, soprattutto nelle fasi iniziali del processo di cambiamento, nelle persone affette da obesità ed insulino resistenza, l'introduzione di sessioni di esercizio fisico può essere inconsapevolmente compensata da un aumento del tempo trascorso in condizioni di sedentarietà o con la riduzione di altre attività fisiche di intensità leggera o moderata, in un tentativo inconscio di mantenere lo *steady state* precedente (8-9). Questo fenomeno di compensazione negativa può rallentare o addirittura compromettere il raggiungimento degli auspicati miglioramenti dei parametri metabolici, influenzati in modo significativo anche dal grado di frammentazione dei periodi di sedentarietà (10-12).

L'obiettivo finale dell'intervento terapeutico diventa quindi quello di ottimizzare la distribuzione dell'attività fisica durante le 24 ore, considerando con attenzione parametri quali frequenza, intensità, tipologia, durata, volume, progressione e contesto in cui l'attività viene svolta (4). Nella società contemporanea, caratterizzata da ritmi frenetici, innumerevoli opportunità di sedentarietà e continui fattori di stress, un approccio olistico volto a ripristinare l'equilibrio biologico risulta di fondamentale importanza. Le esigenze imposte dai moderni stili di vita tendono a sovvertire l'omeostasi fisiologica, compromettendo il benessere psico-fisico dell'individuo. In tale contesto, l'ottimizzazione degli interventi finalizzati al ripristino dell'equilibrio omeostatico diviene una priorità imprescindibile.

È lecito domandarsi: perché questa premessa in un articolo incentrato sull'uso di smartwatch, tracker di attività e sulla salute della persona con diabete? La personalizzazione dell'intervento motorio richiede un'oggettivazione dei fattori sopra descritti al fine di consentire un'accurata identificazione delle problematiche, una programmazione iniziale mirata e un monitoraggio sistematico a breve, medio e lungo termine. Ciò permette di modulare l'intervento durante la sua attuazione e favorire la consapevolezza del paziente, indirizzando la sua attenzione verso gli elementi salienti e le caratteristiche contestuali sopra descritte.

In questo scenario, lo sviluppo tecnologico che ha portato alla realizzazione di smartwatch e activity tracker rappresenta un'opportunità unica, potenzialmente rivoluzionaria, per oggettivare e monitorare in modo accurato

e continuativo tutti questi aspetti, facilitando e supportando il processo di cambiamento comportamentale della persona con diabete.

Gli smartwatch e gli activity tracker sono dispositivi indossabili, basati su accelerometri e sensori di varia natura (come giroscopi, sensori ottici, sensori da contatto e sensori per la luce), in grado di tracciare con precisione l'attività fisica giornaliera, quantificandone i livelli di intensità, il tempo totale di sedentarietà e di sonno. Al contempo questi strumenti forniscono informazioni dettagliate su una serie di parametri fisiologici quali la frequenza cardiaca, la variabilità della frequenza cardiaca, la conduttanza cutanea, la termoregolazione e la postura assunta dal corpo (13). La combinazione di sviluppo tecnologico e ricerca scientifica ha consentito la realizzazione di device scientificamente validati, ad un prezzo contenuto, e disponibili nel comune mercato dell'elettronica. Numerose revisioni sistematiche della letteratura scientifica hanno ampiamente dimostrato l'efficacia di interventi comportamentali basati sull'utilizzo di questi dispositivi nel promuovere un significativo incremento dei livelli di attività fisica in pazienti affetti da patologie croniche non trasmissibili, tra cui il diabete mellito, con interventi della durata compresa tra le 12 e le 52 settimane (13-16).

In particolare, l'associazione sinergica tra l'uso di activity tracker o smartwatch e il counseling motivazionale e di supporto fornito dai professionisti sanitari appartenenti alla *health alliance* (medici, trainer specializzati, fisioterapisti, dietisti, psicologi, ecc.) ha determinato, negli studi analizzati, un aumento significativo dell'attività fisica praticata e un conseguente miglioramento di una serie di parametri metabolici come i livelli di glicemia, emoglobina glicata, trigliceridi, colesterolo LDL, circonferenza vita, composizione corporea e pressione arteriosa, oltre ad un miglioramento del livello generale di fitness cardiovascolare, rispetto ai gruppi di controllo non sottoposti all'intervento (13-19). Fattori come il sesso maschile del paziente e l'intensità del counseling fornito dai professionisti sanitari sono stati inoltre identificati come fattori in grado di influenzare positivamente i risultati metabolici raggiunti (19-20).

Queste solide evidenze scientifiche sottolineano l'importanza cruciale di un adeguato percorso di educazione terapeutica del paziente, volto a fornire al paziente stesso gli strumenti necessari per interpretare correttamente

i dati forniti dalla tecnologia indossabile per adottare un approccio attivo e consapevole nel processo di cambiamento comportamentale. Il monitoraggio remoto dei dati raccolti dai dispositivi da parte dei professionisti sanitari consente inoltre di verificare in tempo reale l'efficacia dell'intervento terapeutico in corso e di apportare tempestivamente eventuali correttivi o modifiche alla strategia di trattamento (13).

Uno degli aspetti più significativi dell'utilizzo di smartwatch e activity tracker è inoltre rappresentato dalla possibilità di valutare e monitorare in modo oggettivo e continuativo anche la qualità e la quantità del sonno notturno. Il sonno rappresenta infatti un'altra variabile fondamentale da considerare attentamente nella gestione della persona con diabete, in quanto esso influenza e viene a sua volta influenzato dal profilo glicemico in un rapporto di stretta interdipendenza bidirezionale (21-22). È infatti stato osservato come un sonno qualitativamente e quantitativamente insufficiente stimoli il senso della fame e l'assunzione di cibi ad alto indice glicemico e ad alto contenuto di grassi saturi (21). La capacità di questi dispositivi di fornire dati dettagliati sulla qualità e la durata del sonno notturno rappresenta quindi un'informazione preziosa per strutturare interventi mirati al miglioramento dell'igiene del sonno, con potenziali riverberi positivi non solo sulla glicemia, ma anche sul microbiota intestinale, sui livelli di infiammazione sistemica, sull'attività fisica spontanea giornaliera e sull'aderenza ai consigli nutrizionali forniti (21-22). Un recente studio di Inaishi e collaboratori ha indagato le associazioni tra variabilità glicemica, qualità del sonno e passi giornalieri, in soggetti senza diabete, tramite l'utilizzo di dispositivi indossabili (23). I risultati hanno evidenziato una correlazione positiva tra la variabilità glicemica giornaliera e il tempo di latenza del sonno, suggerendo che una maggiore variabilità glicemica durante la giornata possa essere legata a un maggiore ritardo nell'addormentamento. L'utilizzo di activity tracker e smartwatch ha permesso agli autori di quantificare in modo oggettivo i parametri di interesse, superando le limitazioni dei metodi di rilevazione tradizionali. La possibilità di monitorare costantemente i livelli di glucosio interstiziale, la qualità del sonno attraverso algoritmi di rilevazione del movimento e l'attività fisica quotidiana, mediante il conteggio dei passi, ha consentito di ottenere una visione d'insieme

delle interazioni tra queste variabili in condizioni di vita reale (23). Alcune evidenze sono disponibili anche nelle persone con diabete. Uno studio cross-sectional ha esplorato l'associazione tra la variabilità del sonno ed il time in range in persone con diabete di tipo 1. Lo studio ha coinvolto 45 persone con diabete di tipo 1 che hanno indossato un dispositivo di monitoraggio continuo del glucosio ed un activity tracker per rilevare i pattern di sonno. I risultati hanno evidenziato una correlazione significativa tra una maggiore variabilità del sonno e una riduzione del time in range della glicemia, suggerendo che l'irregolarità nei pattern di sonno possa compromettere il controllo glicemico nelle persone con diabete di tipo 1 (24).

Sebbene attualmente il grado di correlazione tra i dati forniti da smartwatch o activity tracker e quelli ottenuti mediante la polisonnografia (considerata il gold standard per la valutazione oggettiva del sonno) risulti essere basso o al massimo intermedio, numerosi studi hanno comunque dimostrato l'efficacia di programmi strutturati di miglioramento dell'igiene del sonno basati proprio sull'utilizzo di questi dispositivi indossabili (25-29). È importante sottolineare inoltre che la ricerca scientifica in questo ambito è costantemente in evoluzione, portando ad un continuo perfezionamento degli algoritmi di rilevazione e stima del sonno implementati nei dispositivi consumer, con prospettive future di accuratezza sempre maggiore.

Un ulteriore vantaggio potenzialmente rivoluzionario legato all'utilizzo di smartwatch e activity tracker è rappresentato dalla possibilità di integrare in modo pressoché immediato e automatico i dati da essi raccolti all'interno di piattaforme digitali di telemedicina, intelligenza artificiale e machine learning appositamente sviluppate. Questo consentirebbe un monitoraggio ancora più approfondito ed accurato e una personalizzazione degli interventi terapeutici in base alle caratteristiche e alle necessità specifiche di ogni paziente.

CONCLUSIONI

Gli smartwatch e gli activity tracker rappresentano una importante opportunità per ottimizzare la gestione della persona con diabete, consentendo di oggettivare e monitorare con precisione attività fisica, sedentarietà e sonno (Fig. 1). L'implementazione dell'approccio tec-

Figura 1 ♦ I tracker indossabili consentono di integrare informazioni cruciali sulla sedentarietà, l'attività fisica, la qualità del sonno e la salute generale. La raccolta e l'analisi di questi dati offrono la possibilità di dare consapevolezza, aiutando le persone a comprendere meglio il loro stile di vita e apportare cambiamenti al fine di migliorare la propria salute (immagine realizzata con BioRender.com)



nologico nella pratica clinica richiede inizialmente un investimento di tempo e risorse. È fondamentale che i membri della *health alliance* ed i pazienti dimostrino una predisposizione all'adozione di tali strumenti. È necessario individuare i dispositivi che presentano la maggiore correlazione con la polisonnografia; grazie alla evoluzione tecnologica ed al progresso della ricerca, questi dispositivi diventeranno sempre più accurati e integrati negli interventi terapeutici. Infine, è essenziale che i pazienti siano disposti ad acquistare la strumentazione personale e che i professionisti sanitari possiedano una conoscenza multidimensionale degli argomenti inerenti all'attività motoria e ai suoi molteplici aspetti. Solo soddisfacendo questi requisiti sarà possibile integrare efficacemente la tecnologia nel processo di cura della persona con diabete, massimizzandone i benefici potenziali. Le premesse ci sono ed i tempi sono maturi, muoviamoci!

BIBLIOGRAFIA

1. Kanaley JA, Colberg SR, Corcoran MH, Malin SK, Rodriguez NR, Crespo CJ, et al. Exercise/Physical Activ-

ity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2022 Feb; 54(2):353-368.

2. Ritchie ND, Carroll JK, Holtrop JS, Havranek EP. Effects of physical activity goal attainment on engagement and outcomes in the National Diabetes Prevention Program. *Translational Behavioral Medicine (Internet)*. 2018 Apr 12 (cited 2024 May 5). Available from: <https://academic.oup.com/tbm/advance-article/doi/10.1093/tbm/ibx021/4969714>.
3. Rowland TW. *Biologic regulation of physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics. 2017, p. 211.
4. Blundell JE, King NA. Physical activity and regulation of food intake: current evidence: *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1999 Nov; 31(Suppl 1):S573.
5. Hagger MS, Chatzisarantis NLD. An Integrated Behavior Change Model for Physical Activity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2014 Apr; 42(2):62-69.
6. Hagger MS, Moyers S, McAnally K, McKinley LE. Known knowns and known unknowns on behavior change in-

- terventions and mechanisms of action. *Health Psychology Review*. 2020 Jan 2; 14(1):199-212.
7. Rosenberger ME, Fulton JE, Buman MP, Troiano RP, Grandner MA, Buchner DM, et al. The 24-Hour Activity Cycle: A New Paradigm for Physical Activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2019 Mar; 51(3):454-464.
 8. Di Blasio A, Ripari P, Bucci I, Di Donato F, Izzicupo P, D'Angelo E, et al. Walking training in postmenopause: effects on both spontaneous physical activity and training-induced body adaptations. *Menopause*. 2012 Jan; 19(1):23-32.
 9. Di Blasio A, Di Donato F, Di Santo S, Bucci I, Izzicupo P, Di Baldassarre A, et al. Aerobic physical exercise and negative compensation of non-exercise physical activity in post-menopause: a pilot study. *J Sports Med Phys Fitness (Internet)*. 2018 Oct (cited 2023 Aug 7); 58(10). Available from: <https://www.minervamedica.it/index2.php?show=R4oY2o18N1oA1497>.
 10. Wu J, Fu Y, Chen D, Zhang H, Xue E, Shao J, et al. Sedentary behavior patterns and the risk of non-communicable diseases and all-cause mortality: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*. 2023 Oct; 146:104563.
 11. Pinto AJ, Bergouignan A, Dempsey PC, Roschel H, Owen N, Gualano B, et al. Physiology of sedentary behavior. *Physiological Reviews*. 2023 Oct 1; 103(4):2561-2622.
 12. Quan M, Xun P, Wu H, Wang J, Cheng W, Cao M, et al. Effects of interrupting prolonged sitting on postprandial glycemia and insulin responses: A network meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*. 2021 Jul; 10(4):419-429.
 13. Hodkinson A, Kontopantelis E, Adeniji C, Van Marwijk H, McMillian B, Bower P, et al. Interventions Using Wearable Physical Activity Trackers Among Adults With Cardiometabolic Conditions: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2021 Jul 20; 4(7):e2116382.
 14. Kirk MA, Amiri M, Pirbaglou M, Ritvo P. Wearable Technology and Physical Activity Behavior Change in Adults With Chronic Cardiometabolic Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Health Promot*. 2019 Jun; 33(5):778-791.
 15. Qiu S, Cai X, Chen X, Yang B, Sun Z. Step counter use in type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Med*. 2014 Dec; 12(1):36.
 16. Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, Gienger AL, Lin N, Lewis R, et al. Using Pedometers to Increase Physical Activity and Improve Health: A Systematic Review. *JAMA*. 2007 Nov 21; 298(19):2296.
 17. De Oliveira VLP, De Paula TP, Viana LV. Pedometer- and accelerometer- based physical activity interventions in Type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2024 Mar; 34(3):548-558.
 18. Franssen WMA, Franssen GHLM, Spaas J, Solmi F, Eijnde BO. Can consumer wearable activity tracker-based interventions improve physical activity and cardiometabolic health in patients with chronic diseases? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2020 Dec; 17(1):57.
 19. Hodkinson A, Kontopantelis E, Adeniji C, Van Marwijk H, McMillian B, Bower P, et al. Interventions Using Wearable Physical Activity Trackers Among Adults With Cardiometabolic Conditions: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2021 Jul 20; 4(7):e2116382.
 20. Ferguson T, Olds T, Curtis R, Blake H, Crozier AJ, Dankiw K, et al. Effectiveness of wearable activity trackers to increase physical activity and improve health: a systematic review of systematic reviews and meta-analyses. *The Lancet Digital Health*. 2022 Aug; 4(8):e615-626.
 21. Kryger MH, Roth T, Dement WC, editors. *Principles and practice of sleep medicine*. Sixth edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2017, p.1730.
 22. Henson J, Covenant A, Hall AP, Herring L, Rowlands AV, Yates T, et al. Waking Up to the Importance of Sleep in Type 2 Diabetes Management: A Narrative Review. *Diabetes Care*. 2024 Mar 1; 47(3):331-343.
 23. Inaishi J, Kashiwagi K, Kinoshita S, Wada Y, Hanashiro S, Shiga K, et al. Associations between glycemic variability, sleep quality, and daily steps in subjects without diabetes using wearable devices. *Metabolism Open*. 2023 Dec; 20:100263.
 24. Sirimon Reutrakul, Ghada Abu Irsheed, Minsun Park et al. Association between sleep variability and time in range of glucose levels in patients with type 1 diabetes: Cross-sectional study. *Sleep Health*. 2023; 9(6):968-976.
 25. Kim K, Park DY, Song YJ, Han S, Kim HJ. Consumer-grade sleep trackers are still not up to par compared to polysomnography. *Sleep Breath*. 2022 Dec; 26(4):1573-1582.
 26. Di Blasio A, Morano T, Lancia F, Viscioni G, Di Iorio A, Grossi S, et al. Effects of activity tracker-based counsel-

- ling and live-web exercise on breast cancer survivors' sleep and waking time during Italy's COVID-19 lockdown. *Home Health Care Services Quarterly*. 2022 Jan 2; 41(1):1-19.
27. Nguyen NH, Vallance JK, Buman MP, Moore MM, Reeves MM, Rosenberg DE, et al. Effects of a wearable technology-based physical activity intervention on sleep quality in breast cancer survivors: the ACTIVATE Trial. *J Cancer Surviv*. 2021 Apr; 15(2):273-280.
28. Browne JD, Boland DM, Baum JT, Ikemiya K, Harris Q, Phillips M, et al. Lifestyle Modification Using a Wearable Biometric Ring and Guided Feedback Improve Sleep and Exercise Behaviors: A 12-Month Randomized, Placebo-Controlled Study. *Front Physiol*. 2021 Nov 25; 12:777874.
29. Murawski B, Plotnikoff RC, Rayward AT, Oldmeadow C, Vandelanotte C, Brown WJ, et al. Efficacy of an m-Health Physical Activity and Sleep Health Intervention for Adults: A Randomized Waitlist-Controlled Trial. *American Journal of Preventive Medicine*. 2019 Oct; 57(4):503-514.