

Wearables bei Demenzerkrankungen

Wearbles in Dementia

Autoren

Agnes Pirker-Kees^{1,2}, Christoph Baumgartner^{1,2,3}

Institute

- 1 Neurologische Abteilung, Klinik Hietzing
- 2 Karl Landsteiner Institut für Klinische Epilepsieforschung und Kognitive Neurologie
- 3 Medizinische Fakultät, Sigmund Freud Privatuniversität, Wien

Schlüsselwörter

Wearables, Demenz, Caregiver

Key words

Wearables, dementia, caregiver

Bibliografie

Klin Neurophysiol 2021; 52: 25–28

DOI 10.1055/a-1353-9371

ISSN 1434-0275

© 2021. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

OÄ Dr. Agnes Pirker-Kees
Neurologische Abteilung
Klinik Hietzing
Karl Landsteiner Institut für Klinische Epilepsieforschung und
Kognitive Neurologie
Wolkersbergenstraße 1
1130 Wien
Österreich
agnes.pirker-kees@gmx.at

ZUSAMMENFASSUNG

Demenzerkrankungen führen durch den schleichenden Abbau kognitiver, sozialer und emotionaler Fähigkeiten, auch zu einem Verlust von Autonomie und Selbstbestimmtheit. Wearables sind am Körper getragene Sensoren: Akzelerometer und GPS-Tracker sind im Freizeit- und Fitnessbereich allgegenwärtig – sie zeichnen Bewegungs- und Positionsdaten auf. Das Potenzial, diese bei Demenzpatienten einzusetzen ist groß und wird intensiv beforscht. Wearables sind tlw. auch am Markt erhältlich (bspw. GPS-Tracker in Schuhsohlen). Informationen über Gangbild und Bewegungsdaten können auch Hinweise auf das Sturzrisiko, Verhaltensstörungen/Life-Events oder differenzialdiagnostische Aspekte geben. Trotz des großen Potenzials dürfen ethische Aspekte betreffend die Privatsphäre und den Datenschutz in der Entwicklung nicht außer Acht gelassen werden. Dieser Artikel gibt einen Überblick über die aktuelle Entwicklung von Wearables und damit verbundene ethische Aspekte.

ABSTRACT

Dementia leads to loss of autonomy and self-determination due to breakdown of cognitive, social and emotional abilities. Wearables are body-worn sensors: accelerometers and GPS trackers are ubiquitous in the leisure and fitness area – they record movement and position data. The potential to use these in dementia patients is great and is being intensively researched. Some devices are already available on the market (e. g., position tracking shoe-inlays). Information about gait and motion data can also provide clues about the risk of falls, behavioral disorders/life events or differential diagnostic aspects. Despite their great potential, ethical aspects relating to privacy and data protection must not be overlooked in the development. This article provides an overview of the current development of wearables and related ethical aspects.

Einleitung

Weltweit steigt die Anzahl der an Demenz erkrankten Personen, die Inzidenz liegt lt. WHO bei 7.7 Mio. neu diagnostizierten Fällen pro Jahr [1]. Allen Demenzen gemeinsam ist der schleichende Verlust kognitiver Fähigkeiten und je nach Demenzform auch sozialer und emotionaler Fähigkeiten. Die PatientInnen sind zunehmend nicht mehr in der Lage, selbständig für ihre Bedürfnisse zu sorgen oder Aufgaben des täglichen Lebens ohne Hilfe zu bewältigen, wobei die

Krankheitseinsicht oft sehr gering ausgeprägt ist, und die Betroffenen lange versuchen, ihre Defizite zu verschleiern. Verhaltensstörungen wie Wandertrieb, Aggressionsdurchbrüche, Angst, Agitiertheit oder Störungen des Tag-Nacht-Rhythmus gehören in unterschiedlichem Ausmaß ebenfalls zum klinischen Bild [2].

Die Komplexität der Erkrankung stellt diagnostisch, therapeutisch und für das Umfeld der Patienten eine besondere Herausforderung dar. Der Wunsch des Patienten nach Autonomie und einem

selbständigen Leben daheim steht oft im Gegensatz zu den tatsächlich noch vorhandenen Fähigkeiten, sich selbst zu versorgen oder sich nicht in Gefahr zu bringen.

Technische Neuerungen der letzten Jahre wie Wearables – Sensoren, die am Körper getragen werden, und aus dem Freizeit- und Fitnessbereich nicht mehr wegzudenken sind – könnten möglicherweise Patient und Caregiver im Alltag unterstützen, oder auch wertvolle Informationen für die weitere Behandlung liefern.

In den letzten Jahren entstand ein eigener Industriezweig der Wearables – Sensoren und Tracker – für viele Bereichen des Alltags und der Freizeit: Schrittzähler, Fitness-Tracker, oder Global Positioning System (GPS)-basierte Navigations-Apps [3], von Fitbit, Apple, Sony, Motorola oder Garmin. Diese Wearables sind derzeit zumeist als Fitnessprodukte im Handel, eine neue Sparte beschäftigt sich jedoch mit deren Einsatz bei Demenzerkrankungen [4], sowohl im medizinisch diagnostischen Bereich oder auch in der Alltagsunterstützung. Verschiedenste Systeme bestehen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien [5], wobei Akzelerometer und GPS-Tracker aktuell das größte Potenzial für einen breiten Einsatz haben.

Zum GPS-Tracking werden entsprechende Sensoren eingesetzt, die die Positionsdaten des Patienten an ein Endgerät (bspw. eine Handy-App des Caregivers/der Pflegeperson, einen PC, ein Empfangsgerät oder eine Notrufzentrale) übermitteln.

Zur Quantifizierung von Bewegungsdaten werden derzeit vor allem tri-axiale Akzelerometer verwendet [6]. Ein Akzelerometer ist ein Beschleunigungssensor, der Beschleunigung messen kann, und so über die Bewegung eines Objektes im Raum Informationen aufzeichnet. Eine bekannte Anwendung ist bspw. die Kippfunktion des Smartphone-Displays. Auch Gyroskope können zur noch präziseren Bewegungsanalyse eingesetzt werden, jedoch verlangt die Anwendbarkeit einen Kompromiss zwischen den technischen Gegebenheiten wie Akkuverbrauch und Speicherkapazität einerseits bzw. Tragekomfort und Größe andererseits. Typischerweise werden Daten mit 100 Hz gesammelt, an 7 aufeinanderfolgenden Tagen würde ein einzelnes tri-axiales Akzelerometer 181 Mio. Datenpunkte liefern mit 360 MB/Woche [6]. Für den Einsatz im klinischen Alltag stellt die Datenmenge und deren Analyse mittels automatisierter Algorithmen eine technische Herausforderung dar.

Eine weitere Anwendungs-Voraussetzung ist die Akzeptanz des Hilfsmittels durch Patient und Caregiver. Hier sind Skepsis und Technikscheu gegenüber neuen Technologien durch Patient und – zumeist ebenfalls betagte – Caregiver zu überwinden, ein nicht trivialer Aspekt in der Anwendung von Wearables, da die Entwicklung oft unter Laborbedingungen stattfindet und sich auf technische Aspekte konzentriert, jedoch fernab einer realen Anwendung wie eine rezente Metaanalyse ergab [7].

Auch der ethische Aspekt – Daten werden gesammelt, der Patient wäre durch seine Caregiver rund um die Uhr zu „überwachen“, dürfen in der – an sich positiven – Entwicklung von Wearables nicht übersehen werden. Betrachtungen dazu finden sich am Ende des Artikels.

Klinisches Setting und Diagnostik

Ganganalysen

Gangstörungen sind im Alter häufig, wobei für unterschiedliche Demenzformen charakteristische Muster beschrieben wurden [8].

Mittels Sensoren, die der Patient im Alltag am Körper trägt, können Informationen über das Gangbild erlangt werden, und möglicherweise in der Diagnostik Anwendung finden. In einer Studie wurden 80 PatientInnen mit MCI, Alzheimer Demenz, Lewy-Body Demenz, oder Demenz bei Morbus Parkinson mittels eines wearable Akzelerometers untersucht. Hinsichtlich Informationsgewinn, Kosten und Praktikabilität hat sich die Anbringung eines einzelnen Akzelerometers am unteren Rücken des Patienten als ausreichend herausgestellt. Eine Kombination aus 7 vom Akzelerometer aufgezeichneten charakteristischen Gang-Elementen konnte signifikant zwischen den Demenzformen differenzieren [9]. Sensor-Daten in Kombination mit einem kognitiven Test, dem Montreal Cognitive Assessment Score (MoCA) und Auswertung mittels Machine Learning Ansätzen ergaben sogar eine 91–96% Spezifität für die Diagnose eines Morbus Alzheimer [10]. In der klinischen Routine-Tätigkeit hat die Ganganalyse mittels Wearables zwar noch keine routinemäßige Anwendung, die Ansätze sind jedoch vielversprechend.

Vor allem im Bereich des Balance-Trainings wurden Wearables bereits bei PatientInnen mit Mild Cognitive Impairment (MCI) eingesetzt, und fanden gute Akzeptanz [4]. Im Sinne der Kosten-Nutzen Abwägung schlagen aktuelle Empfehlungen den Einsatz von Akzelerometer-basierten Wearables am unteren Rücken als ausreichend vor, um die Balancefähigkeit zu analysieren [11]. Ob mittels dieser Daten auch das Sturzrisiko dementer PatientInnen abgeschätzt werden kann, ist eine für den klinischen und Patienten-Alltag relevante Frage, die bereits untersucht wurde. Daten von Wearables, welche über 3 Tage in Real-Life-Bedingungen gesammelt wurden, konnten Unterschiede zwischen „stürzenden“ und „nicht-stürzenden“ Patienten nachweisen [12]. Akzelerometrische Daten (Anzahl der Schritte, Gangqualität), die über 7 Tage unter Real-Life Bedingungen akquiriert wurden, konnten das Risiko in den kommenden 6 Monaten zu stürzen vorhersagen [13]. Einschränkend muss jedoch gesagt werden, dass die Probandengruppen mit 20 bzw. 24 PatientInnen eher klein waren, und die Datenlage zu Wearables bei der Ganganalyse bei Demenz derzeit noch eher gering ist.

Verhaltensauffälligkeiten

Verhaltensauffälligkeiten gehören häufig zum klinischen Bild von Demenzerkrankungen [14]. Diese stellen eine besondere Herausforderung in der Betreuung von DemenzpatientInnen dar, sie werden vom Caregiver jedoch oft nur unzureichend berichtet, bzw. ist das Ausmaß von Agitiertheit/Wandertrieb/Aggression oder Angst schwer objektivierbar – in der Beurteilung dessen und auch des Therapie-Ansprechens ist man oft sehr von der Außenanamnese der Caregiver abhängig.

Möglicherweise können Wearables hier einen hilfreichen Beitrag leisten, da diese einen „Real-World“-Einblick in den Alltag des Patienten bieten. So sind hier besonders Verhaltensauffälligkeiten von Interesse, welche in kleineren Patientengruppen untersucht wurden. Es werden Akzelerometer zur Detektion von Bewegung eingesetzt, die einen Hinweis auf Agitiertheit und möglicherweise auch Aggression geben können [15]. Ergänzt wird dies auch durch multimodale Sensordaten, die physiologische Daten erfassen, und eine höhere Genauigkeit haben sollen. Präliminäre Daten zeigten bisher, dass über einen Zeitraum von 28 Tagen Episoden mit Agitiertheit durch multimodale Sensordaten verlässlich detektiert wer-

den konnten [14]. Eine andere Arbeit zeigte, dass auch signifikante Life Events des Patienten (sei es positive oder negative) durch den Einsatz von Wearables, welche sowohl physiologische als auch Akzelerometer-Daten auswerten, detektiert werden konnten [16]. Obwohl es sich bisher nur um einzelne Studien an wenigen PatientInnen handelt, so zeigt dies das enorme Potential auf, welches in der Technologie der Wearables steckt. Sowohl Angehörige könnten über die Befindlichkeit des Patienten informiert bleiben, aber auch der Kliniker kann seine Therapie möglicherweise besser und an den Alltag adaptiert steuern.

Bewegungsdaten könnten auch einen Rückschluss auf Kalorienverbrauch und Nährstoff-Bedarf geben. Diese Frage wurde rezent untersucht: Bewegung, Aktivität und Schlaf wurden bei Pflegeheim-Bewohnern mittels eines an einem Armband angebrachten Sensors gemessen – hier zeigte sich, dass trotz tlw. höherem Energieverbrauch bei besonderer Aktivität, dies nicht durch höhere Nahrungsaufnahme durch den Patienten ausgeglichen wurde [17]. Da Unterernährung mit einer schlechteren Prognose der Demenzerkrankung assoziiert ist, könnte hier eine Möglichkeit geschaffen werden, auf den Nährstoffbedarf individueller eingehen zu können.

Letztlich zeigt aber eine Metaanalyse, dass für die breite Anwendung im therapeutischen Bereich noch die Akzeptanz durch Caregiver und/oder Patient fehlt, was möglicherweise ein Grund dafür ist, dass noch relativ wenige dieser Wearables am Markt erhältlich sind [18].

Tracking Systeme

Die größte und am besten untersuchte Sparte der Wearables bei Demenz sind Tracking Systeme, von denen einige bereits am freien Markt erhältlich sind.

Aufgrund von Wandertrieb und Orientierungsstörungen ist eine sehr große Herausforderung für Angehörige von Demenzpatienten das selbständige Verlassen der Wohnung und nicht mehr zurückfinden. Daher besteht großes Interesse an der Entwicklung von Technologien, welche Demenzpatienten auffinden können, was durch das Global Positioning System (GPS) nun auch technisch umsetzbar ist.

Am Markt erhältlich sind Systeme, welche als Armband getragen werden (Freedom GPS Locator Watch, Safelink, MX-LOCare™) oder als kleine Tasche am Gürtel/oder Anhänger (Mindme Locate, iTraq3 PocketFinder +), oder aber auch als Innensohle im Schuh (GPS Smart Sole). Unterschiede bestehen in der Batterie-Dauer zwischen 48h (Mindme Locate) und 4 Monaten (iTraq3). iTraq3 beinhaltet zusätzlich zur Lokalisation auch ein Akzelerometer und einen Sensor für die Körpertemperatur, und kann so auch rudimentäre Daten über den Gesundheitszustand an den Caregiver übermitteln. Die Übermittlung funktioniert zumeist über SIM-Karte/Nachricht ans Smartphone (SMS, Android oder iOS Apps, web-panel) der Caregiver bzw. gibt es bei MindmeLocate auch ein 24/7 Call-Center. Die Anwendung ist einfach, es lässt sich – je nach Produkt – eine „safezone“ definieren, bei deren Verlassen eine Nachricht an den Caregiver gesandt wird und der Patient zu tracken ist. Einen guten Überblick über die am Markt erhältlichen Systeme gibt es bei Ray et al [3].

Akzeptanz durch Patient und Caregiver

Fraglich ist immer die Akzeptanz der „Modernen Technik“ durch Patient und Caregiver, sowohl in Bezug auf generelle „Technik-Skepsis“ der betroffenen Generation als auch in Bezug auf das „sich

überwacht fühlen“ durch den Patienten. Eine rezente Umfrage unter 350 Caregivern hat ergeben, dass der Einfluss des sozialen Umfeldes, der (finanzielle und zeitliche) Aufwand, die Erwartungshaltung an das Gerät sowie der niederschwellige Zugang mit der Akzeptanz assoziiert waren, während genereller Widerstand gegenüber Neuerungen oder Angst für neuer Technologie nicht signifikant mit Akzeptanz assoziiert waren [19]. Eine weitere Umfrage unter Senioren >60a ergab ähnliche Ergebnisse, nämlich dass der erwartete Nutzen, der Zugang zum Gerät sowie die subjektive Einschätzung des Gesundheitszustandes positive Faktoren für Personen waren, solche Technologien selbst zu verwenden. Auswertungen, wie oft Studienteilnehmer ihre Wearables getragen haben, schwankten zwischen 100 % der vorgegebenen Zeit bis 88 % der Studientage [7]. Als Gründe – sowohl, nicht an entsprechenden Studien teilzunehmen, oder auch, das Gerät nicht zu tragen – werden vor allem Misstrauen und die Angst, beobachtet zu werden, angegeben. Die Akzeptanz war generell etwas besser, wenn nicht Angehörige die „Empfänger“ der Daten waren [20].

Insgesamt liegt in der Technologie der Wearables wertvolles Potential für eine breite Anwendbarkeit bei Demenzerkrankungen, sofern die Geräte für den Endverbraucher leicht erhältlich und leistbar sind, der Datenschutz eingehalten wird, und die Persönlichkeitsrechte, die Privatsphäre und die Autonomie des Patienten gewahrt werden.

Ethische Überlegungen

Die zunehmende Verwendung neuer Technologien wie Wearables wirft auch neue ethische Fragestellungen auf, die parallel zur technischen Entwicklung diskutiert werden müssen.

Die Speicherung und Auswertung von Gesundheitsdaten ist im Freizeit- und Fitnessbereich allgegenwärtig – Schrittzähler und Lauf-Apps mit GPS-Tracing, vernetzte Pulsuhren und biometrische Sensoren begleiten den Alltag, Daten werden auf Plattformen gesammelt, die auch für Gesunde kaum zu überblicken sind. Nebenbei werden auch Metadaten wie Browserverlauf oder Maschinenschreib-Geschwindigkeit gesammelt – der potentielle Nutzen ist groß, die ethischen Herausforderungen sind ebenfalls groß mit entsprechenden Auflagen, was auch die Weiterentwicklung technischer Hilfen verzögert. So führte ein Datenleck an einer Universität zu einem Freezing der betroffenen Daten, was 20 Studien betroffen hat [21].

Datenschutz, Zugriff und Weiterleitung der Daten sowie auch Eigentum der Daten (Patient oder Researcher) müssen in der Entwicklung von Wearables mitberücksichtigt werden. Eine Studie unter Parkinson-Patienten ergab, dass die Bereitschaft, Daten die aktiv während einer Studie gesammelt wurden, zu teilen, größer war, als passiv entstandene Daten. Bedenken bestehen v. a. bei wenig betroffenen Demenzpatienten, ob das Teilen der Daten möglicherweise einen Einfluss auf den Alltag, bspw. den Führerschein oder das Sozialleben hat [22].

Auch unter Caregivern bestehen Bedenken über kontinuierliches Monitoring des Patienten, einerseits in Anbetracht der Privatsphäre, aber auch ob die Daten möglicherweise gewinnbringend verkauft werden. Das Einholen eines Informed Consent für das Sammeln von multiplen Sensordaten bei Wearables ist gerade bei Demenzpatienten eine Herausforderung – gerade im Bezug zwischen kognitiver Verschlechterung und Fähigkeit zur Einwilligung, was aktuell nicht

klar definiert ist. Der gängige Konsens besteht, dass demente Patienten soweit möglich aktiv in den Informed Consent Prozess eingebunden werden sollen. Eine rezente Studie konnte zeigen, dass etwa drei Viertel von mild bis moderaten Alzheimer Patienten die kognitiven Fähigkeiten hatten, einen Informed Consent zu geben [23].

Insgesamt bergen die neuen Technologien wie Wearables ein großes Potenzial im diagnostischen und therapeutischen Bereich bei Patienten mit kognitiver Beeinträchtigung. Insbesondere Screening-Daten wodurch möglicherweise Risikopatienten früher identifiziert werden können, können auch weitreichenden Einfluss auf Bereiche des täglichen Lebens, wie Job oder Versicherungen haben. Ein geeignetes Regulativ, wie es in der Genetik bereits existiert, wäre wünschenswert, um Patienten in diesem Bereich bestmöglich zu schützen und die technischen Möglichkeiten bestmöglich ausschöpfen zu können.

Merke

- **Wearables sind am Körper getragene Sensoren, die mittlerweile einen eigenständigen Forschungs- und Industriezweig darstellen und aus dem Freizeit- und Fitnessbereich nicht mehr wegzudenken sind.**
- **Schrittzähler, Akzelerometer und GPS-Tracker sind vielversprechende Systeme für den Einsatz bei Demenzerkrankungen. Einige, wie GPS-Tracker in Schuhsohlen sind bereits am Markt erhältlich.**
- **Mögliche Einsatzbereiche bei Demenzen sind die Ortung der Patienten bei räumlichen Orientierungsstörungen, Aktivitäts-Monitoring, Abschätzen des Gesundheitszustandes oder des Sturzrisikos – auch das Auftreten von Life-Events könnte mit Bewegungssensoren detektiert werden.**
- **Ethische Aspekte des Datenschutzes und der Privatsphäre des Patienten müssen in der Entwicklung berücksichtigt werden, insgesamt scheint die Akzeptanz von Wearables besser zu sein, wenn nicht Angehörige die „Empfänger“ der Daten sind.**

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] WHO (2020). In WHO Dementia, Volume 2020 (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia>)
- [2] Pirker-Kees A, Dal-Bianco P, Schmidt R. Effects of Psychotropic Medication on Cognition, Caregiver Burden, and Neuropsychiatric Symptoms in Alzheimer's Disease over 12 Months: Results from a Prospective Registry of Dementia in Austria (PRODEM). *Journal of Alzheimer's Disease* 2019; 71: 623–630
- [3] Ray PP, Dash D, De D. A Systematic Review and Implementation of IoT-Based Pervasive Sensor-Enabled Tracking System for Dementia Patients. *Journal of Medical Systems* 2019; 43: 287
- [4] Godfrey A, Brodie M, van Schooten KS et al. Inertial wearables as pragmatic tools in dementia. *Maturitas* 2019; 127: 12–17
- [5] Collier S, Monette P, Hobbs K et al. Mapping Movement: Applying Motion Measurement Technologies to the Psychiatric Care of Older Adults. *Current Psychiatry Reports* 2018; 20: 64
- [6] Lowe SA, ÓLaighin G. Monitoring human health behaviour in one's living environment: A technological review. *Medical Engineering & Physics* 2014; 36: 147–168
- [7] Piau A, Wild K, Mattek N et al. Current State of Digital Biomarker Technologies for Real-Life, Home-Based Monitoring of Cognitive Function for Mild Cognitive Impairment to Mild Alzheimer Disease and Implications for Clinical Care: Systematic Review. *J Med Internet Res* 2019; 21: e12785
- [8] Mc Ardle R, Morris R, Wilson J et al. What Can Quantitative Gait Analysis Tell Us about Dementia and Its Subtypes? A Structured Review. *J Alzheimers Dis* 2017; 60: 1295–1312
- [9] Mc Ardle R., Del Din S., Galna B. et al. Differentiating dementia disease subtypes with gait analysis: feasibility of wearable sensors? *Gait Posture* 2020; 76: 372–376
- [10] Costa L, Gago MF, Yelshyna D et al. Application of machine learning in postural control kinematics for the diagnosis of Alzheimer's disease. *Computational intelligence and neuroscience* 2016; 2016: 3891253. doi:10.1155/2016/3891253
- [11] Whitney SL, Roche JL, Marchetti GF et al. A comparison of accelerometry and center of pressure measures during computerized dynamic posturography: A measure of balance. *Gait & Posture* 2011; 33: 594–599
- [12] Ihlen EAF, Weiss A, Bourke A et al. The complexity of daily life walking in older adult community-dwelling fallers and non-fallers. *Journal of Biomechanics* 2016; 49: 1420–1428
- [13] van Schooten KS, Pijnappels M, Rispen SM et al. Ambulatory Fall-Risk Assessment: Amount and Quality of Daily-Life Gait Predict Falls in Older Adults. *The Journals of Gerontology: Series A* 2015; 70: 608–615
- [14] Khan SS, Spasojevic S, Nogas J et al. Agitation Detection in People Living with Dementia using Multimodal Sensors. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2019; 2019: 3588–3591
- [15] Khan SS, Ye B, Taati B et al. Detecting agitation and aggression in people with dementia using sensors-A systematic review. *Alzheimers Dement* 2018; 14: 824–832
- [16] Lai Kwan C, Mahdid Y, Motta Ochoa R. et al. Wearable Technology for Detecting Significant Moments in Individuals with Dementia. *BioMed Research International* 2019; 2019: 6515813
- [17] Murphy J, Holmes J, Brooks C. Measurements of daily energy intake and total energy expenditure in people with dementia in care homes: The use of wearable technology. *The journal of nutrition, health & aging* 2017; 21: 927–932
- [18] Van der Roest HG, Wenborn J, Pastink C et al. Assistive technology for memory support in dementia. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 6: Cd009627
- [19] Dai B, Larnyo E, Tetteh EA et al. Factors Affecting Caregivers' Acceptance of the Use of Wearable Devices by Patients With Dementia: An Extension of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model. *Am J Alzheimers Dis Other Demen* 2020; 35: 1533317519883493
- [20] Wettstein M, Wahl HW, Shoval N et al. Out-of-home behavior and cognitive impairment in older adults: findings of the SenTra Project. *J Appl Gerontol* 2015; 34: 3–25
- [21] Hunter J. Privacy Breach in BC Health Ministry Led to Freeze on Medical Research Data. Toronto, Canada: *The Globe and Mail*; 2016
- [22] Beach S, Schulz R, Downs J et al. Disability, age, and informational privacy attitudes in quality of life technology applications: Results from a national web survey. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)* 2009; 2: 1–21
- [23] Guarino PD, Vertrees JE, Asthana S et al. Measuring informed consent capacity in an Alzheimer's disease clinical trial. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions* 2016; 2: 258–266