

BRUK AV SMARTKLOKKER VED HJERTEARYTMIER

Eivind Westrum Aabel, Kardiologisk avdeling, Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet

Innledning

«Wearables» eller bærbar digital helseteknologi har revolusjonert hvordan man kan overvåke helse i sanntid. «Wearables» er et begrep som brukes om former for teknologi som bæres på kroppen og som utfører en nyttig funksjon for brukeren eller en omsorgsperson (1). Teknologien kobles ofte til mobilapper eller personlige digitale assistenter og kan ha et stort anvendelsesområde innen sykdomsovervåkning, diagnostikk, varsling og andre kliniske omsorgstjenester. Hverdagslige eksempler inkluderer enheter som sporer fysisk aktivitet og søvn eller gir fysiologiske data om brukeren, slik som hjerterefrekvens, oksygenmetning eller blodsukternivåer. Et eksempel på en «wearable»-teknologi med klar medisinsk nytte er avanserte insulinpumper og sensorbaserte blodsuktermålere, som har gjort hverdagen enklere og tryggere for personer med diabetes (2). Det store, ubesvarte spørsmålet er om bærbar digital helseteknologi faktisk vil forbedre pasientutfall og klinisk praksis eller om det bare er en trend som vil forsvinne, slik mange forbrukerenheter og deres velvære-påstander har gjort tidligere.

Vanlig bærbar digital helseteknologi for hjerte- og karsykdommer inkluderer håndleddsbaserte enheter, hudplaster og bærbare EKG-enheter som Holter-monitorering, som brukes av helsepersonell til diagnostikk og oppfølging (3). Smartklokker derimot, er bærbar helseteknologi som rettes direkte mot forbrukerne, og flere av dem har regulatorisk godkjenning som reseptfrie prediagnostiske verktøy. Kombinasjonen av smartklokkens høye salgstall og dens direkte salg og markedsføring til forbrukerne gjør at mange kardiologer og fastleger er bekymret for at teknologien gir en betydelig dataoverbelastning, samtidig som man innser at teknologien kan ha visse fordeler som raskere diagnose og økt pasientinvolvering (4, 5). Denne artikkelen gir en oversikt over teknologien i smartklokker og hvordan

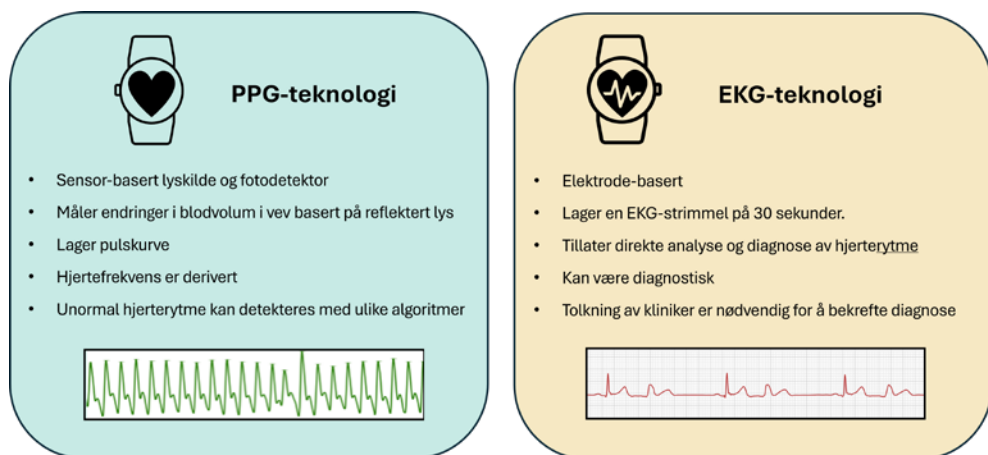
dagens smartklokker kan anvendes hos pasienter med hjerterytmier.

Teknologien bak rytmeovervåkning

«Wearables» bruker i hovedsak to teknologier (figur 1). Den ene er optisk sensorbasert pulsmåling, kjent som PPG (fotopletysmografi), og finnes i tilnærmet alle smartklokker. En mer avansert teknologi som finnes i nyere smartklokker er muligheten til å ta et enkeltavlednings-EKG. De nyeste og mest avanserte smartklokkene bruker begge teknologier.

PPG-basert teknologi

PPG-teknologien er svært utbredt og finnes i de fleste smartklokker. PPG benytter seg av lysdioder som sender lys, oftest grønt lys, inn i huden. Grønt lys absorberes av blod, noe som gjør det lettere å oppdage endringer i blodstrømmen. En fotodetektor måler mengden lys som reflekteres tilbake, og endringer i blodvolum under huden vil gi endringer i mengden lys som reflekteres tilbake. Da vil det bli laget pulskurver som igjen kan brukes til å anslå bakenforliggende rytme. De forskjellige algoritmene som brukes for denne deriveringen, bestemmer hvor presist PPG er til å påvise hjerterytmier, spesielt atrieflimmer, og sensitiviteten og spesifisiteten varierer stort mellom enhetene. PPG er klart best til å anslå hjerterefrekvens og om rytmen er regelmessig eller uregelmessig. PPG-teknologiens fordeler er at de kan kontinuerlig overvåke puls i sanntid, men kan ikke gjøre stort annet enn å registrere hvilepuls, aktivitetsrelatert puls og pulsvariasjoner. Teknologien er mindre presis under visse forhold, som intens fysisk aktivitet, dårlig hudkontakt, mørk hud, tatoeringer eller bevegelsesartefakter, og den er ikke ideell for å oppdage mer subtile, ikke-pulsgivende hjerterytmier. På grunn av denne variasjonen i nøyaktighet skal ikke



Figur 1. Tilnærmet alle smartklokker bruker PPG-teknologi, men kun de nyeste og mest avanserte har i tillegg muligheten til å ta et enkeltavlednings-EKG. EKG-ene er gode nok til å kunne brukes til å ta medisinske beslutninger, mens PPG skal ikke brukes til å diagnostisere. Basert på Svennberg et al. Europace 2022.

PPG brukes til å diagnostisere hjerterytmier uten verifisering med EKG (3).

EKG-basert teknologi

For klinisk bruk i diagnostisering av hjerterytmier må smartklokker kunne nøyaktig vise underliggende hjerterytmie. Med de fleste nyere smartklokker kan man aktivt måle den elektriske impulsen fra håndleddet til fingeren på motsatt hånd som berører klokken. Denne impulsen vil produsere en 30-sekunders EKG-strimmel tilsvarende standardavledning I ved bruk av vektor fra venstre arm til høyre arm. Nyere smarttelefon-tilkoblede enheter som f.eks. KardiaMobile™, kan danne et EKG med alle seks standardavledninger, da den også kan måle impulser fra elektrode som legges på venstre ben. For å oppdage P-bølger og bedre skille ulike rytmeforstyrrelser kan det være nødvendig å plassere enkeltavlednings-EKG-enheten på alternative steder, som for eksempel på venstre ankel (figur 2).

Selv om flere markedsføres til det, kan ikke disse enhetene registrere EKG kontinuerlig; EKG-et må aktiveres av pasienten. Figur 3 viser en rekke eksempler på enkeltavlednings-EKG fra ulike pasienter med hjerterytmier.

På samme måte som PPG-teknologien har smartklokkene en innebygget algoritme for automatisk EKG-tolkning. Disse

algoritmene er hovedsakelig laget for å skille sinusrytme og atrieflimmer, eller høy og lav hjerterefrekvens, og det er stor variasjon i hvor gode de ulike algoritmene er til å tolke enkeltavlednings-EKG (6, 7) (tabell 1). En studie sammenlignet 12-avlednings-EKG med 1-avlednings-EKG fra 5 ulike smartklokker hos 200 pasienter som gjennomgikk elektrofysiologisk utredning eller device-implantasjon (7). Sammenlignet med 12-avlednings-EKG tolket av kardiolog viste den automatiske tolkningen i smartklokkene nokså dårlig sensitivitet og spesifisitet. Allikevel hadde de samme enkeltavlednings-EKG-ene svært høy sensitivitet og sensitivitet (98 % og 99 %) når tolkningen ble gjort av kardiolog. Selv inkonklusive EKG-er (definert av algoritmen) var klinisk brukelig med samme sensitivitet og spesifisitet. Med andre ord er enkeltavlednings-EKG-ene tatt av dagens smartklokker ofte gode nok til å kunne brukes til medisinske beslutninger om de blir tolket av kardiolog (3).

Hvordan fungerer hjerterytmieovervåkningen i smartklokkene?

De fleste smartklokker har kun PPG-basert teknologi for å angi hjerterefrekvens, men de nyeste og mest avanserte smartklokkene

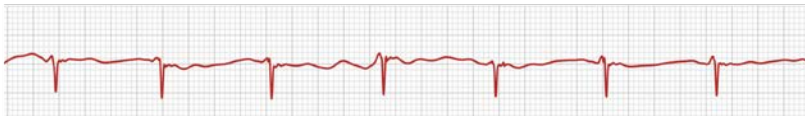
Standardavledning I – Klokke på venstre hånd og høyre hånd på klokkehjulet



Standardavledning II – Klokke på høyre hånd og venstre fot på klokkehjulet



Standardavledning III – Klokke på venstre hånd og venstre fot på klokkehjulet



Figur 2. Dagens smartklokker med EKG-teknologi gir enkeltavlednings-EKG som er lik standardavledning I ved å ha klokken på venstre hånd og finger fra høyre hånd på klokkehjulet. Andre plasseringer kan gi andre standardavledninger.

som Apple Watch, Samsung Galaxy Watch, Fitbit Sense, Huawei Watch og Withings ScanWatch, har både PPG- og EKG-basert teknologi. Riktignok er det slik at ingen av dem gir en reell medisinsk kontinuerlig EKG-overvåkning (figur 4), selv om det noen ganger blir markedsført som det. For eksempel tar Apple Watch et takogram (et grafisk opptak av hastighet og avstand (red. anm.)) basert på PPG over ett minutt hver andre time. Hvis takogrammet viser uregelmessig frekvens, vil opptaksintervallene øke til opptak hvert 15. minutt. Hvis 5 av 6 takogrammer viser uregelmessig frekvens innen de siste 48 timene, vil man få en push-varsel på mobiltelefonen (irregular heart rate detection). Varaset vil da be deg om å ta kontakt med lege for å undersøke for atrieflimmer. Intervallene på opptakene vil da si at Apple

Watch ikke vil oppdage atrieflimmer som varer kontinuerlig kortere enn 75 minutter.

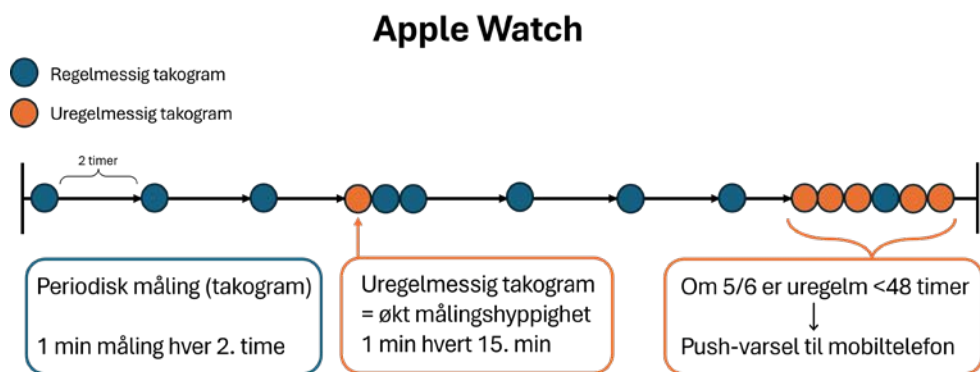
Hvem kjøper og bruker smartklokker?

Siden smartklokker selges og markedsføres som et produkt direkte til forbrukere, er det viktig å vite hvem som faktisk kjøper og bruker denne teknologien. Spørreundersøkelser fra USA viser at ca. 45 % av de spurte bruker «wearables» eller smartklokker, og at de brukes mest av dem med god helse og som har økt oppmerksomhet på sin egen helsestatus. Mennesker med høy utdanning, høy inntekt og yngre bruker oftere smartklokker enn dem med lav utdanning, lav inntekt og eldre (7). Dog er det en liten økning i bruk av smartklokker fra 2019 til 2022 blant den

Tabell 1. Sammenligning av automatisk tolkning av enkeltavlednings-EKG på forskjellige smartklokker.

	Apple	Samsung	Withings	Fitbit	AliveCor
Modell	Apple Watch 6	Galaxy Watch 3	ScanWatch	Sense	Kardia Mobile
Sensitivitet	85 % (72-94)	85 % (72-94)	58 % (42-72)	66 % (51-79)	79 % (64-89)
Spesifisitet	75 % (67-83)	75 % (66-82)	75 % (67-83)	79 % (70-86)	69 % (60-77)
Inkonklusive opptak	18 %	17 %	24 %	21 %	26 %
Begrensning for tolkning	50-150/min	50-120/min	Ingen informasjon	50-120/min	50-100/min

Sensitivitet og spesifisitet er målt mot 12-kanals EKG tolket av kardiolog. Basert på Mannhart et al. J Am Coll Cardiol EP 2023; 9: 232-242.



delen av befolkningen med lavere sosioøkonomisk status. Samme undersøkelse viste også at jo bedre helse du mente du hadde, jo større sannsynlighet var det for at du brukte en smartklokke. Den lave alderen gjenspeiles også i de kliniske studiene på smartklokker og atrieflimmer, med gjennomsnittsalder på henholdsvis 35, 41 og 47 år (8-10). Data fra Danmark viser at 40 % av dansker overvåker helse og måler fysisk aktivitet ved hjelp av smartklokker, og at de fleste har tillitt til at helsevesenet får tilgang til disse dataene, da de mener at det kan være med til å gi dem en bedre behandling (5). Det finnes ingen slik oversikt over smartklokkebruk i Norge, men den er mest sannsynlig nokså lik dataene fra Danmark.

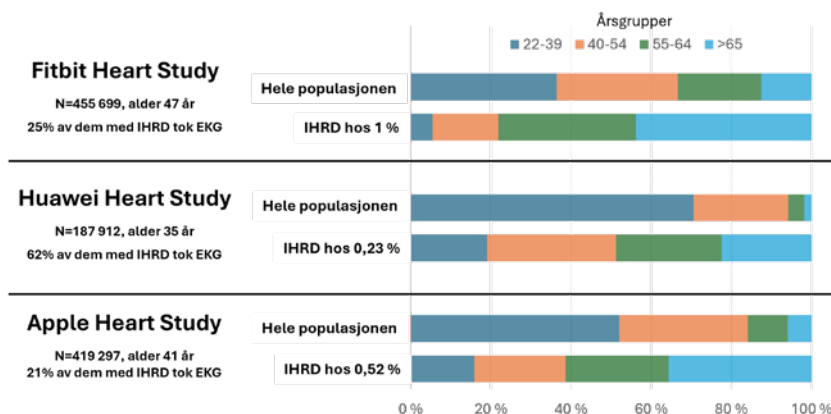
Screening for atrieflimmer ved bruk av smartklokker

Det er viktig å trekke frem kunnskapsgrunnlaget for systematisk atrieflimmerscreening når man snakker om forbrukerrettede smartklokker og klinisk bruk. Selv om ikke teknologien gir en sann kontinuerlig rytmeovervåkning, er algoritmene laget for å kunne finne og bekrefte atrieflimmer. Den utstrakte bruken av smartklokker i befolkningen har blitt en indirekte form for atrieflimmerscreening.

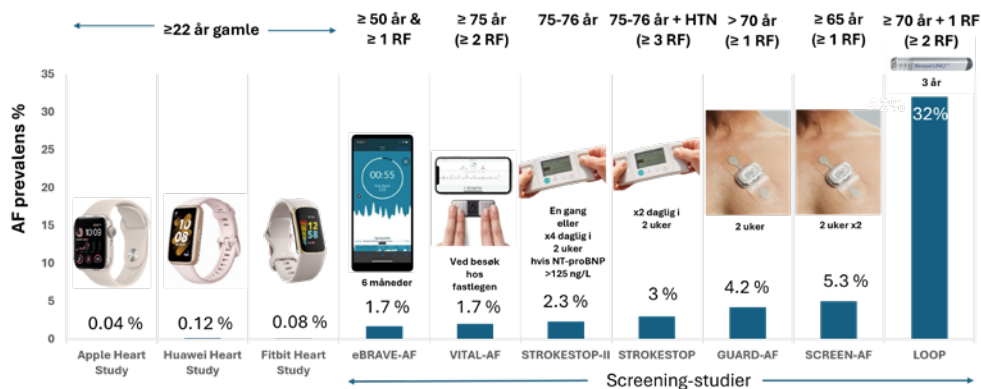
Det finnes tre store studier som ser på smartklokker og deteksjon av atrieflimmer (8-10). Med litt over 1 million deltagere med median alder varierende mellom 35 og

47 år, viste studiene, ikke overraskende, at om man leter etter atrieflimmer, så finner man atrieflimmer. PPG-algoritmene i smartklokkene sendte et push-varsel om «irregular heart rate detection» hos 0,23-1 % av deltagerne, som hovedsakelig oppstod hos dem over 55 år (figur 5). Av de som fikk push-varsel om uregelmessig hjerterytme, var det kun 21-62 % av deltagerne som engasjerte seg i å få atrieflimmer bekreftet med EKG. Til slutt var det 0,04-0,12 % av deltagerne som fikk EKG-diagnostisert atrieflimmer, som tilsvarer en positiv prediktiv verdi på 0,84-0,98 for et «irregular heart rate detection» push-varsel, og demonstrerer teknologiens evne til å oppdage atrieflimmer i store populasjoner.

Systematisk screening for atrieflimmer hos høyrisikopopulasjoner har vært gjenstand for flere studier (figur 6). STROKESTOP-studien inviterte 28 768 deltagere i alderen 75-76 år, hvorav halvparten ble invitert til screening ved bruk av daglige tommelfinger EKG-opptak med Zenicor™ i to uker (11). Studien rapporterte en reduksjon i hjerneslag og dødelighet (hasardratio (HR) 0,96; 95 % konfidensintervall (KI) 0,92-0,99), men effekten var marginal. STROKESTOP-II-studien inviterte 27 789 deltagere i alderen 75-76 år, hvor halvparten ble invitert til screening. De med NT-proBNP over 125 ng/l hadde intensivert screening med EKG fire ganger daglig i 2 uker ved bruk av Zenicor™ (12). LOOP-studien brukte implanterbare loop recorders (ILR) hos pasi-



Figur 5. Oversikt over aldersfordelingen til deltagerne i tre store smartklokkestudier. Mellom 0,23 og 1 % fikk push-varsel på mobiltelefonen om uregelmessig hjerterefrekvens (IHRD), og denne populasjonen var klart eldre. Henholdsvis 25, 62 og 21 % tok EKG for å bekrefte atrieflimmer.



Figur 6. Oversikt over alle studier på atrieflimmerscreening. Kun STROKESTOP, STROKESTOP-II, GUARD-AF og LOOP hadde som mål å undersøke hvorvidt deteksjon av atrieflimmer reduserte hyppigheten av hjerne-slag og systemisk embolisme. De andre studiene undersøkte kun hvor mange som fikk påvist atrieflimmer. RF = risikofaktor for hjerne-slag etter CHA₂DS₂-VASc-skår.

enter over 70 år med risikofaktorer for hjerne-slag. Resultatene viste en trend mot lavere risiko for hjerne-slag eller systemisk embolisme (HR 0,80; 95 % KI 0,61-1,05), men uten signifikant forskjell (13). Vi venter i spenning på resultatene av systematisk atrieflimmerscreening i Norge som undersøkes i NORSCREEN-studien.

Disse tre studiene viser ingen overbevisende klinisk nytte av systematisk atrieflimmerscreening hos høyrisiko-populasjoner. De som bruker smartklokke, er generelt en populasjon med lav hjerne-slagrisiko, og det gjenstår derfor å se hva slags klinisk nytteverdi deteksjon av atrieflimmer har på en uselektert gruppe som har råd til å kjøpe smartklokke og nok digital kompetanse til å bruke den til det formålet. Hovedproblemet her er at salg av smartklokker er styrt av forbrukerens interesse og økonomi. Selv om de fleste selskap reklamerer for at det er viktig å oppdage atrieflimmer, og at dette kan enkelt gjøres ved kjøp av smartklokke, er den kliniske nytten med forbrukerrettet salg av smartklokker ytterst tvilsom. Allikevel må vi ta innover oss at teknologien finnes og brukes, og at vi må forholde oss til denne tilgjengeligheten i en klinisk hverdag.

Behandling av atrieflimmer detektert av smartklokke

Ved klar symptom-rytme-korrelasjon hvor enkeltavlednings-EKG viser atrieflimmer, er

enkeltavlednings-EKG godt nok til å diagnostisere atrieflimmer, og videre behandling skal følge gjeldende retningslinjer (3). Det blir imidlertid vanskelig når friske, asymptomatiske personer tilfeldigvis får beskjed om at de har uregelmessig hjertefrekvens og EKG viser normofrekvent atrieflimmer. Et slikt tilfellet vil innebære at legen må ta stilling til bruk av antikoagulasjon for hjerne-slagforebygging. Studier som NOAH-AFNET 6 og ARTESIA kan kanskje brukes til å informere en slik beslutning, siden de har vurdert effekten av antikoagulasjon hos pasienter med subklinisk atrieflimmer oppdaget på implanterte enheter. En metaanalyse av de to studiene viste en reduksjon i iskemisk slag på 32 %, men på bekostning av en økning i større blødninger på 62 % (14). Et viktig tilleggssfunn ved disse to studiene var den lave slagrisikoen ved subklinisk atrieflimmer (ca. 1 % årlig). Allikevel kan ikke resultatene av disse studiene ekstrapoleres fullstendig til tilfeldig oppdaget atrieflimmer på en smartklokke.

Tilfeldig oppdaget atrieflimmer vil også føre til at man må ta stilling til antiarytmisk behandling. Rytmekontrollstrategi ved symptomatisk atrieflimmer har blitt undersøkt i flere studier, men kun én solid studie inkluderte asymptomatiske pasienter. EAST-AFNET 4-studien (median alder 70 år, median CHA₂DS₂-VASc-skår 3,4 og 29 % asymptomatiske) viste at rytmekontroll (40 % flekainid, 20 % amiodaron og 8 %

ablasjon) reduserte risikoen for kardiovaskulær død, hjerneslag og hjertesviktinnleggelser med 21 % sammenlignet med frekvenskontroll (hovedsakelig betablokker) (15), uten at det var noe heterogenitet i behandlingseffekten basert på om man var symptomatisk eller asymptomatisk ved studiestart (16). Dog er det med eksisterende data umulig å utlede om ryttestabiliserende medikamenter reduserer hjerneslag eller dødelighet ved subklinisk atrieflimmer, og antiarytmisk behandling skal kun vurderes om pasienten har symptomer som korrelerer med atrieflimmer-anfall.

Utfordringer

Selv om smartklokke-teknologien representerer en betydelig innovasjon, er det flere utfordringer knyttet til implementering. En oversiktsartikkel i New England Journal of Medicine gjennomgår utfordringer knyttet til bruk av «wearables» i helsevesenet (17). Her konkluderes det med at helsepersonell i stor grad ikke er rustet til å håndtere eller forstå de enorme mengdene data som frembringes av «wearables». Det er også mangel på kunnskap om fordelene og begrensningene ved automatisk genererte resultater basert på kunstig intelligens. Pasientene må også læres opp i riktig håndtering av data fra «wearables».

Hvorvidt påvisning av atrieflimmer på smartklokke er klinisk relevant, må adresseres, spesielt siden enkelte enhetsvarsler kan føre til unødvendig bruk av helsetjenester. Som nevnt tidligere foreligger det ikke bevis på klinisk gevinst eller systematiske studier over eventuelle følgevirkninger ved bruk av smartklokker. Hva betyr det egentlig at pasienter kan følge flere helseparametre hvert eneste øyeblikk? Angst er utbredt blant personer med atrieflimmer og har vært assosiert med en høyere symptombyrde, dårligere livskvalitet og økt bruk av helsetjenester (18). Teknologier som øker bevisstheten om og oppmerksomheten rundt normale og mulig unormale svingninger i hjertefrekvens, kan føre til betydelig økning i angst hos disponerte personer og kan utløse unødvendige medisinske konsultasjoner.

Tilgangen på god medisinsk omsorg har en tendens til å variere inverst med

behovet som finnes i befolkningen som skal hjelpes (19). «Wearables» har potensial til å forsterke helserelaterte ulikheter, siden bruken foreløpig er dominerende blant de «bekymrede friske» som ofte er unge, har høy utdannelse og høy inntekt (20). I tillegg er digital helsekompetanse avgjørende for å sikre at pasienter kan dra klinisk nytte av smartklokker. Variabler som alder, utdanningsnivå og sosioøkonomisk status påvirker kompetansenivået. For eksempel har eldre pasienter ofte lavere digital helsekompetanse, noe som kan begrense effektiv bruk av teknologien i den delen av befolkningen som kanskje kunne nyttiggjort seg mest av teknologien. Å adressere ulikheter i tilgang og ferdigheter knyttet til disse teknologiene er avgjørende for å fremme helse-likhet og samtidig forbedre kvaliteten på helsetjenesten. For å møte og løse disse utfordringene kreves det kollektiv vilje og samarbeid fra helsepersonell, brukere og utviklere av teknologien. For å oppnå best mulig klinisk bruk av smartklokker må vi etterspørre integrerte løsninger og utvikle en infrastruktur som tillater en hensiktsmessig integrasjon av pasientdata direkte i våre journalsystemer.

En medvirkende faktor til høyere eierskap av smartklokker blant de «bekymrede friske» er at flertallet av forbrukere fortsatt kjøper smartklokker direkte, i stedet for å motta dem gjennom et helseprogram eller behandlingsopplegg. En måte å løse utfordringen på er å ordinere digitale hjelpemidler (som smartklokker) på resept, som betales av det offentlige ut fra en beviselig helsegevinst. Dette gjøres allerede i Tyskland. Det er også en løsning å låne ut smartklokker, på samme måte som legekontorer låner ut blodtrykksapparater, som praktiseres hos flere danske kardiologer.

Konklusjon

Enten vi vil det eller ikke, er smartklokker allerede en del av virkeligheten og vil bli en integrert del av klinisk praksis, og pasienter vil nok i økende grad ønske hjelp til å tolke innsamlede data. Hvordan dette rammer oss som klinikere, er i høy grad opp til oss selv. Foreløpig er bruken av smartklokker i stor grad begrenset til «bekymrede friske» med høy sosioøkonomisk status, siden de

fleste kjøper smartklokker direkte og ikke mottar dem gjennom et helseprogram eller behandlingsopplegg. Helseteknologien i smartklokker er primært rettet mot forbrukere for å øke salgstall, men kan være nyttig i spesifikke kliniske situasjoner. PPG skal ikke brukes til å diagnostisere hjertearytmier, mens enkeltavlednings-EKG er tilstrekkelig for å sette diagnose, når tolket av kardiolog. Smartklokker er egnet for symptom-rytme-korrelasjon ved kjent eller vanskelig påviselig arytmi, men ikke for kontinuerlig overvåking av alvorlige hendelser som ventrikulære arytmier eller synkope – her kreves implanterte rytmeovervåkere. Den utstrakte bruken av smartklokker fører til en uformell atrieflimmer-screening uten at det foreligger klare bevis for klinisk nytte av screening selv i høyrisikopopulasjoner.

Referanser

1. Friend SH, Ginsburg GS, Picard RW. Wearable Digital Health Technology. *N Engl J Med* 2023; 389: 2100-1.
2. Hughes MS, Addala A, Buckingham B. Digital Technology for Diabetes. *N Engl J Med*. 2023;389:2076-86.
3. Svennberg E, Tjong F, Goette A et al. How to use digital devices to detect and manage arrhythmias: an EHRA practical guide. *Europace* 2022; 24: 979-1005.
4. Manninger M, Kosiuk J, Zweiker D et al. Role of wearable rhythm recordings in clinical decision making-The wEHRables project. *Clin Cardiol* 2020; 43: 1032-9.
5. Regioner D. Afrapportering. Borgerskab data i sundhedsvæsenet. Holdningsundersøgelse blandt borgere, patienter og sundhedsprofessionelle. Danske Regioner, 2020.
6. Abu-Alrub S, Strik M, Ramirez FD et al. Smartwatch electrocardiograms for automated and manual diagnosis of atrial fibrillation: a comparative analysis of three models. *Front Cardiovasc Med* 2022; 9: 836375.
7. Mannhart D, Lischer M, Knecht S et al. Clinical validation of 5 direct-to-consumer wearable smart devices to detect atrial fibrillation: BASEL Wearable Study. *JACC Clin Electrophysiol* 2023; 9: 232-42.
8. Perez MV, Mahaffey KW, Hedlin H et al. Large-scale assessment of a smartwatch to identify atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2019; 381: 1909-17.
9. Guo Y, Wang H, Zhang H et al. Mobile photoplethysmographic technology to detect atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2019; 74: 2365-75.
10. Lubitz SA, Faranesh AZ, Selvaggi C et al. Detection of atrial fibrillation in a large population using wearable devices: The Fitbit Heart Study. *Circulation* 2022; 146: 1415-24.
11. Svennberg E, Friberg L, Frykman V et al. Clinical outcomes in systematic screening for atrial fibrillation (STROKESTOP): a multicentre, parallel group, unmasked, randomised controlled trial. *Lancet* 2021; 398: 1498-506.
12. Kemp Gudmundsdottir K, Svennberg E et al. Randomized invitation to systematic NT-proBNP and ECG screening in 75-year-olds to detect atrial fibrillation: STROKESTOP II. *Circulation* 2024; 150: 1837-46.
13. Svendsen JH, Diederichsen SZ, Højberg S et al. Implantable loop recorder detection of atrial fibrillation to prevent stroke (The LOOP Study): a randomised controlled trial. *Lancet* 2021; 398: 1507-16.
14. McIntyre WF, Benz AP, Becher N et al. Direct oral anticoagulants for stroke prevention in patients with device-detected atrial fibrillation: a study-level meta-analysis of the NOAH-AFNET 6 and ARTESiA trials. *Circulation* 2024; 149: 981-8.
15. Kirchhof P, Camm AJ, Goette A et al. Early rhythm-control therapy in patients with atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2020; 383: 1305-16.
16. Willems S, Borof K, Brandes A et al. Systematic, early rhythm control strategy for atrial fibrillation in patients with or without symptoms: the EAST-AFNET 4 trial. *Eur Heart J* 2022; 43: 1219-30.
17. Ginsburg GS, Picard RW, Friend SH. Key issues as wearable digital health technologies enter clinical care. *N Engl J Med* 2024; 390: 1118-27.
18. Kivimäki M, Steptoe A. Effects of stress on the development and progression of cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol* 2018; 15: 215-29.
19. Hart JT. The inverse care law. *Lancet* 1971; 1: 405-12.
20. Knowles M, Krasniansky A, Naggapan A. Consumer adoption of digital health in 2022: Moving at the speed of trust. RockHealth.org: Stanford Medicine Center for Digital Health; 2023 [<https://rockhealth.com/insights/consumer-adoption-of-digital-health-in-2022-moving-at-the-speed-of-trust/>].