

Digitális alkalmazások táplálkozási tanácsadásra (Lavinia életmód-tükör) és kardiovaszkuláris rizikóbecslésre (WIWE) – a prevenció intelligens eszközei

Kozmann György, Tuboly Gergely, Vassányi István

Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar, Egészségügyi Informatikai Kutató-fejlesztő Központ, Veszprém, Magyarország

AUTHOR AFFILIATION

R&D Center of Health Informatics,
Faculty of Information Technology,
University of Pannonia, Veszprém,
Hungary

CORRESPONDING AUTHOR

Gergely Tuboly
Postal address: Egyetem u. 10, H-8200
Veszprém, Hungary
E-mail: tuboly.gergely@virt.uni-pannon.
hu

ARTICLE HISTORY

Received: 7-May-2020
Accepted: 17-Nov-2020

DOI: 10.2478/orvtudert-2020-0011

Digital applications for nutrition counselling (Lavinia) and cardiovascular risk assessment (WIWE) – intelligent devices of prevention

ABSTRACT

Significant state-sponsored efforts have recently successfully elaborated general purpose information systems for the global Hungarian health sector management. However, there is still a significant need for easy-to-use smartphone-based equipment and applications to help citizens directly in achieving healthy nutrition habits and/or monitor people living with elevated health risk. This paper outlines a new generation of intelligent mHealth systems developed in the past few years to improve nutritional habits and quantitatively monitoring risk factors of stroke and the development of the necessary substrate of sudden cardiac arrest. According to the expectations, these solutions may achieve a significant share in the growing world market of smart health instruments.

Keywords: smartphones, nutrition counselling, cardiovascular risk assessment

KIVONAT

Az utóbbi években jelentős informatikai rendszerek kifejlesztésére került sor a hazai egészségügyi ágazatban, ugyanakkor jelentős hiány mutatkozik a lakosságot közvetlenül elérő, a prevenciót és a rehabilitációt személyre szabott módon segítő rendszerek kidolgozásában és elterjesztésében, pedig a mérés- és számítástechnika új korszakában sikeres lehet a prevenció új eszközeinek kidolgozása, kifejlesztése és eljuttatása a felhasználók széles tömegeihez. Az okostelefon bázisú eszközök képesek lehetnek a jelenlegi prevenciós módszereknél magasabb színvonalú szolgáltatást biztosítani a népegészségügy területén. Jelen dolgozat az egészséges táplálkozást támogató applikációval, valamint a kardiovaszkuláris rizikóbecslés három módszerével foglalkozik. Várakozásunk szerint a felsorolt alkalmazások képesek lehetnek a hazai egészségügyi ipar számára GDP növelő piacképes termékeket eredményezni.

Kulcsszavak: okostelefonok, táplálkozási tanácsadás, kardiovaszkuláris rizikóbecslés

Bevezetés

A Nemzeti Egészségfejlesztési Intézet (NEFI) 2015. évi kiadványából [1] ismeretes, hogy az ún. „elvesztett életek” évenkénti költsége Magyarországon megközelítette a GDP 20%-át. A veszteség hátterében az EU átlagához képest magas halálozási számok, a munkaidő kiesést, rokkantságot, krónikus betegséget okozó állapotok állnak. A kedvezőtlen mutató lényeges javítása komplex feladat, és nem csupán a klasszikus egészségügyi szektorra hárul, hanem a prevencióhoz és rehabilitációhoz kapcsolódó egészségipar részére is, amely a mai technológia birtokában a veszélyeztetett populáció korai felismerését lehetővé tevő módszereket és eszközöket képes megvalósítani.

Az elképzelések szerint az innovatív eszközök algoritmusaiba beépíthető az orvosi tudás egy-egy szelete, és ezek tetszőleges időpontban, vagy akár az „időben folytonosan” a lakosság rendelkezésére állnak a mindennapi életükben, az otthonukban, munkahelyükön, szabadidős elfoglaltságaik közben, tehát bárhol az ellátórendszeren kívül is. Az új technológiához szükséges hozzászokási időt követően elérhető, hogy a veszélyes egészségváltozásokat, rizikónövekedést időben detektálni lehessen, a humán vizsgálatnál nagyobb részletességgel és főleg nagyobb gyakorisággal végzett mérések alapján.

Jelen dolgozat az orvosi műszeripar néhány eredményéről szól, példaként felhasználva a magyarországi egyetemi és kapcsolódó KKV kutatások és innovatív fejlesztések eredményeit. Ez a terület az egészségiparon belül egy új, életképes szektor, amely a fentiekben említett hasznán túlmenően, az exportból származó bevételével részben ellensúlyozhatja az egészségügy növekvő költségeit is.

Az iparnak a „követő típusú” fejlesztésekkel, gyártással, forgalmazással foglalkozó egységei ugyan változatlanul szükségesek, de rendkívül nehezen képesek a nemzetközi versenyben a korábban megszerzettnél lényegesen jobb piaci pozíciókat, nagyobb árbevételt elérni, hiszen Magyarországon a rendszerváltozást követően az egészségügyi műszeripar jelentős mértékben lecsökkent, a kiesett fejlesztési időt, valamint a termékspektrum beszűkülését nehéz behozni. A problémához az is hozzájárul, hogy a műszaki felsőoktatás azon része, amely a hazai tulajdonú „biomedical engineering” cégek számára végezne BSc, MSc, PhD szintű mérnökképzést, a versenytárs államokhoz képest fajlagosan kicsi, és kapcsolatrendszere az ugyancsak innovatív orvostudományt képviselő intézményekkel hiányos. Következésképpen

kicsi az esély, hogy újra és újra kitermelődjének azok a kivételesen kreatív/innovatív személyiségek, akik intuíciójukkal, mélyebb ismeretükkel ugrásszerűen képesek a hazai orvostechnikai ipar nemzetközi figyelmet is kiváltó eredményességét növelni.

A jelenleg vezető ipari államokban, (USA, EU, Japán) az orvostechnikai ipar több 10.000 alkalmazottat foglalkoztató nagyvállalatokból és az ezek körül kialakult 25-50 főt foglalkoztató „KKV gyűrűkből” áll. A „nagyok”, igen gyakran a kisvállalatok innovatív termékeit (esetleg akár magát a vállalatot) átvéve, az összességében rendkívül költséges szabadalmaztatási, engedélyeztetési, gyártási, marketing tevékenységet nemzetközi szinten gondozzák, és biztosítják a tartalmában (és nem csupán a kezelhetőségben) egyre szofisztikáltabb (rendszerint drágább) eljárások/eszközök nemzetközi elterjesztését. Az előbbi folyamat nem csupán a fejlett ipari országokon belül létezik, hanem nemzetközi szinten is. Ez egy új típusú „brain drain”-t jelent. A magyar eredetű innovatív gondolatok relációjában jó példa erre a femto-szekundumos lézertechnikán alapuló szaruhártya műteti technika, vagy a tömegspektrográfiát felhasználó intraoperatív szövetvizsgálat kidolgozása [2,3]. Ennek az a következménye, hogy a fejlődő, innovatív elemeket is tartalmazó termékstruktúra kidolgozása és széleskörű elterjesztése szempontjából az eredeti gondolatot megfogalmazó ország lemarad, bevételéből nem részesül.

A korábbiakban említett egészségvesztés mérséklése és ezzel párhuzamosan a hazai tulajdonú egészségipar bevételének, nemzetközi pozíciójának lényeges növelése nemzeti érdek. Az innovatív iparfejlesztés természetesen sok irányba elindulhat, de a kardiovaszkuláris és a daganatos betegségek prevenciójára és rehabilitációjára fókuszáló témaválasztás kiemelkedő fontosságú, hiszen Magyarországon a halálozások fele a szív- és érrendszeri betegségekre, negyede a daganatos betegségekre vezethető vissza. A világ számos országában is ezek a fő halálozási okok, de a százalékos megoszlás országonként eltér [4].

Anyag és módszer az innovatív megoldások világában

Számos dolgozat bizonyítja, hogy a mortalitási és morbiditási statisztikák kedvezőtlen számaiért jelentős részben a helytelen életmód okolható. A The Lancet 195 ország adatait feldolgozó közleménye szerint átlagosan a halálozások

50%-a kapcsolatba hozható a helytelen táplálkozással, a munkaidő kiesést jellemző paraméter, a DALY esetében a szám még magasabb, 66% [5]. Magyarországon a halálozási statisztikát a kardiovaszkuláris betegségek vezetik, ezek visszaszorítása, korai felismerése elsődleges feladat. Ennek értelmében a dolgozat további részei elsősorban erre a két fő témakörre – a táplálkozási tanácsadásra és a kardiovaszkuláris rizikóbecslésre – fókuszálnak.

A népegészségi helyzet javítása érdekében a védekezésre, kezelésre szoruló személyek felkutatását nem lehet csupán az ellátórendszerre testálni, be kell vonni magukat a potenciálisan veszélyeztetett milliókat is. Azaz a prevenciót, az életmód korrekcióra való hajlandóságot és lehetőséget erősíteni kell az állampolgárok széles rétegeiben. Erre korábban nem látott történelmi lehetőséget nyújt az okostelefonok megjelenése és tömeges elterjedése, esetenként kiegészítve megfelelő adatgyűjtő egységekkel, valamint a rizikóelemzések hatékonyságát növelő új alap- és alkalmazott tudományi eredmények, algoritmusok felhasználásával. A végtermék eladhatósága szempontjából lényeges, hogy a releváns kutatási eredmények mindenképpen szerepet kapjanak az innovációban, hiszen az új termékek eredetiségét, diagnosztikai teljesítményét és GDP-növelő piaci sikerét alapvetően ez adhatja. A témakör tárgyalása során az alkalmazott új elvek rövid összefoglalására kitérünk.

A prevencióval kapcsolatos újdonságok piacra vitele, a címzettek elérése azonban nem egyszerű feladat, hiszen a korábbi korok újdonságaitól eltérően ezt nem a szakmailag magasan kvalifikált szakmai/kórházi közösségben kell elvégezni, mint például a képzőképző rendszerek esetében, hanem a bevonni kívánt felhasználók széles rétegében. Ez olyan kihívás, amely a marketing tevékenység eddiginél hatékonyabb módszereit is igényli.

1. Táplálkozási tanácsadó rendszer

Az alábbiakban az első példaként a veszprémi Pannon Egyetemen kidolgozott, okostelefonra alapozott „Lavinia életmód-tükör” fantázianevű táplálkozási tanácsadó rendszer főbb szolgáltatásainak ismertetésére kerül sor [6,7].

A felhasználóval történő első találkozáskor a Lavinia dietetikai anamnézis felvétel modulja néhány globális paraméterből (például életkor, magasság, testsúly), valamint az ismert krónikus betegségekből a páciensre szabottan meghatározza a táplálkozás legfontosabb négy komponensének (energia, szénhidrát, fehérje, zsír) a célszerű

napi határértékét. A dietetikai anamnézis alapján, például vesebetegség és diabétesz esetén a célzott energia, szénhidrát és fehérje határértékek kézi megadását, illetve táplálkozási célkitűzés meghatározását (például fogyás vagy éppen hízás) is támogatja a program.

Az anamnézis birtokában napi szinten a Lavinia elsődleges feladata, a kívánatostól eltérő étkezési gyakorlat detektálása, a szükséges módosítások elősegítése prevenció, illetve terápiás céllal, mindenkor feltételezve a felhasználó lelkiismeretes naplózási tevékenységét. Helyes alkalmazás esetén nyilvánvaló, hogy a hagyományos dietetikai tanácsadással, a néhány hónaponként végzett félórás diabetikai konzultációval (és az ezt kiegészítő segédanyagokkal) hasonló részletességű táplálkozási feltáró munka és erre támaszkodva a helyes irányú módosítás nem érhető el. Mivel az adatbevitel többnyire nem mérés, hanem becslés alapján történik, a napló számszerű hibája az energia-tápanyagok tekintetében 15-20% körül mozog.

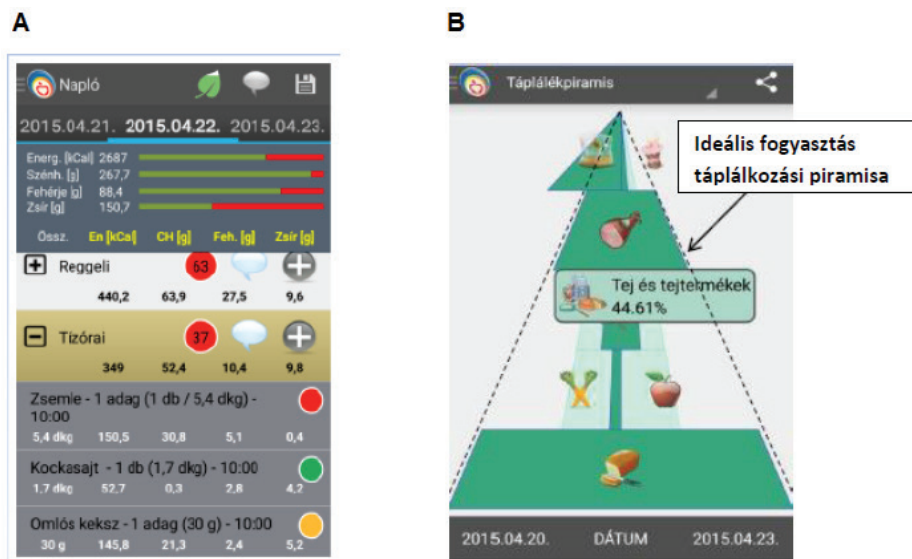
Az adatbevitelt követően az értékelő algoritmus meghatározza a bevitt ételek négy fő összetevőjét. A meghatározás a Lavinia-ban tárolt receptek és az ezek összetételét jellemző adatbázis alapján történik. A pontatlan adatbevitel következtében az eredmény szintén csak egy közelítő érték. A Lavinia adatbázisa döntő mértékben az USDA (US Department of Agriculture) adatbázisán alapul, de ezen túlmenően a fejlesztő dietetikus szakértők számos magyarországi élelmiszer receptjét is feltöltötték az adatbázisba, ami jelenleg közel 1750 élelmiszert tartalmaz. Továbbá az adatbázis részét képezi mintegy 1070 recept.

A fenti szempontok alapján készült okostelefonos értékelés két felületét az **1A** és **1B ábrák** mutatják.

A Lavinia itt nem részletezett funkciói lehetővé teszik az elfogyasztott táplálék felszívódási tulajdonságai (glikémiás indexe) alapján a vércukorszint napi ingadozásának becslését is. Ez a szolgáltatás a megfelelő számítási háttér nélkül nem lenne megvalósítható.

A DMT1, azaz egyes típusú diabétesz és az inzulinnal kezelt kettes típusú diabétesz esetében a Lavinia vércukorszint-előrejelző szolgáltatása figyelembe veszi a naplózott inzulin-beadásokat is a dózisok és a gyógyszer-gyártó által megadott inzulin felszívódási adatok felhasználásával.

Klinikai vizsgálatok bizonyítják, hogy a naplózás során a fő tápanyagok és különösen cukorbetegség esetében a glikémiás terhelés tekintetében kapott folyamatos visszajelzések jelentősen megkönnyítik a felhasználó számára a helyes életmód elsajátítását.



1. ábra. A A táplálkozás főkomponensei szempontjából a nap folyamán bevinni tanácsolt mennyiséget az ábra felső részén látható négy vízszintes vonal hossza jelzi. Helyes étkezés során estére a főkomponensek bevitt értéke a zöld vonal maximális hosszát eléri. Amennyiben a bevitel meghaladja a felhasználó számára ajánlott mennyiséget, a jobbról balra haladva képződő piros szakaszok hossza az adott főkomponensből bevitt mennyiség túlzott mértékét jellemzi. A tételek melletti színes körök a glikémiás terhelést jelzik.

B A jobb oldali ábrán a napi vagy akár heti bevitel kiegyensúlyozottságát, kívánatos összetételét a szaggatott vonallal rajzolt táplálkozási piramis ábrázolja. Amennyiben az összetételi arányok lényegesen eltérnek a kívánatostól, a tényleges fogyasztást bemutató „piramis” kontúrja torzítottá válik. A példán látható, hogy a zöldség-gyümölcs bevitel lényegesen elmaradt a kívánatostól, míg például a húsfélék jelentősen meghaladták azt.

A [8] referencia részletes összehasonlítást tartalmaz a Lavinia és további 7 db magyar nyelvű táplálkozási applikáció tulajdonságaival.

Meg kell jegyeznünk, hogy a Lavinia informatikai felépítése általános érvényű elveket követ, de az adatbázisában található étel receptek értelemszerűen a hazai felhasználók igényei szerint lettek kialakítva. Ez egyben azt is jelenti, hogy nemzetközi terjesztés esetén az adatbázis ezen része kiegészítendő, módosítandó lehet.

2. A kardiovaszkuláris betegségek rizikóbecslése

A kardiovaszkuláris rizikó, elsősorban a stroke és a hirtelen szívmegállás rizikójának a felismerésére szolgál a WIWE fantázianévű szívdiagnosztikai eszköz és applikáció. Jelenleg Magyarországon a halálozások mintegy negyede ezek miatt történik. Ezen belül közel kétharmad a kardiológiai halálozás, egyharmad a stroke következménye. A kardiológiai halálozás mintegy fele a hirtelen szívmegállás következménye. Stroke esetében a halálozások egyharmada a pitvarfibrillációval (PF) hozható kapcsolatba. A fentiek értelmében a WIWE elsősorban a PF felismerésére, valamint a hirtelen szívmegállás szükséges, de nem elégséges feltételét jelentő kamrai repolarizáció heterogenitás kóros voltának felismerésére koncentrálnak.

A két legfontosabb rizikótényezőn túlmenően a WIWE képes egyéb aritmiák (például gyakori extra ütések) felismerésére, bizonyos EKG hullámparaméterek meghatározására, kamrai vezetési zavar kimutatására, továbbá kiértékeli a szívfrekvencia-variabilitást („heart rate variability” – HRV), illetve az oxigénszaturációt (SpO_2) is. A felhasználó számára a kiértékelések lényege színekkel, zöld, sárga vagy piros színnel jelennek meg, érzékeltetve a tapasztalt eltérések fontosságát orvosi szempontból (**2A ábra**). A „Részletek” menüpont kiválasztásával láthatóvá válnak a kiértékelés alapját képező paraméterek, illetve grafikonok. A vizsgált paraméterek kiértékelésükkel együtt tárolásra kerülnek, elsődlegesen a későbbi orvosi ellenőrzés elősegítése érdekében. A rizikóelemzés, a kommunikáció és az eredményközlés az okostelefonos alkalmazás által valósul meg.

A mérési adatok gyűjtésére egy névjegykártya méretű, 5 mm vastagságú mérőeszköz szolgál (**2B ábra**). A bal és jobb mérő elektródát rendre a bal és jobb kéz valamely ujjával megérintve elkezdődik a mérés az Einthoven EKG I elvezetésen. A felvétel legfeljebb 1 percig tart, eközben az okostelefonos alkalmazás valós időben megjeleníti az EKG görbét, valamint kvázi valós időben a szívfrekvencia alakulásáról is informálja a felhasználót. Az EKG

méréssel párhuzamosan elindul egy (reflexiós) pulzoximetriás mérés is, az SpO_2 érték meghatározása céljából. Ennek mérőegysége a bal EKG elektródába került beépítésre, és egészen addig aktív, amíg nincs elegendő adat az SpO_2 kiszámításához. A meghatározott SpO_2 érték még az EKG mérés ideje alatt megjelenítésre kerül. Az EKG mérés befejezését követően történik az előző bekezdésben említett részletes kiértékelés és eredményközlés, az alábbi elsődleges paraméterek kijelzésével:

- SpO_2 ,
- átlagos szívfrekvencia,
- HRV (SDNN, RMSSD, és pNN50 paraméterek) kiértékelése ötfokozatú skálán,
- EKG paraméterek (átlagos PQ, QRS és QTc intervallumok) kiértékelése három színnel kategorizálva (zöld: normál, sárga: kis eltérés, piros: nagy eltérés),
- kiértékelés aritmia szempontjából három színnel kategorizálva (zöld: normál, piros: PF, sárga: egyéb),
- kamrai repolarizáció heterogenitás kiértékelése szintén három lehetséges színnel jelölve (zöld: normál, sárga: határeseti, piros: jelentősen megnövekedett).

2.1 A pitvarfibrilláció vizsgálata

Amennyiben valakinél előfordul PF (akár folyamatosan, akár csak időszakosan), az illető stroke szempontjából megközelítőleg ötszörös veszélynek van kitéve. Időben történő orvosi beavatkozással azonban a magas stroke rizikó jelentősen csökkenthető.

A fejlesztett automatikus PF-detektor alapja egy EKG előfeldolgozó, valamint egy Poincaré-ábraelemző modulból álló algoritmus [9,10]. Az előbbi célja a bemenő EKG jel zajszűrése, valamint a szív ciklusok lokalizációja (QRS-detektálás) és klasszifikációja. Ezt követően az egyes szív ciklusok bázispontjai (a QRS legmeredekebb pontjai) alapján meghatározásra kerülnek a ciklusonkénti RR távolságok, amelyek a Poincaré-ábraelemző modul bemenetét jelentik. A 3. ábrán látható mérési pontok víz-

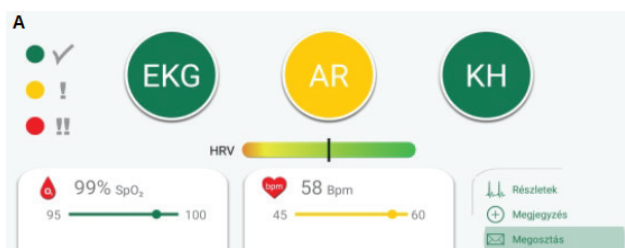
szintes és függőleges koordinátái rendre az i -edik és az $(i+1)$ -edik RR távolságból adódnak.

A Poincaré-ábra analízise két lépésben történik. Amennyiben az ábrán szaggatott vonallal ábrázolt átló körüli diszperzió (szóródás) mértéke kellően alacsony, az algoritmus stabilnak tekinti a szívritmust, így nem detektál pitvarfibrillációt. Egy bizonyos küszöbértéknél magasabb diszperzió erősen ingadozó szívfrekvenciára utal, amely azonban a pitvarfibrilláción kívül más ritmuszavarokra is jellemző lehet. Ilyen egyéb aritmiák (például gyakori extraszisztolák) esetében a szívritmus bizonyos szabályok szerint ingadozik, míg PF jelenlétében az ingadozás véletlenszerű. Előbbi esetben az RR távolságokból kirajzolt Poincaré-ábrán jól definiált csoportok jelennek meg, míg a PF – a pontok véletlenszerű eloszlása miatt – ilyen egyértelmű csoportokat jellemzően nem eredményez. Annak eldöntése érdekében, hogy találhatók-e jól definiált csoportok a magas diszperziójú Poincaré-ábrán, a program ún. „*k-means*” alapú klaszterelemzést végez [11]. A 3. ábrán két példa látható, a 3A a normális ingadozást mutatja, a 3B megnövekedett és véletlenszerű diszperziója pedig pitvarfibrillációra utal.

Amennyiben az előbbieken bemutatott algoritmus PF-gyanút eredményez, az átlagolt EKG jel (átlagolt többségi szív ciklus) is vizsgálat alá kerül. Abban az esetben, ha az összehangolt pitvari aktivitásra jellemző szignifikáns P hullám nem jelenik meg az átlagolt cikluson, a PF-gyanú beigazolódik, egyébként a program elveti a PF lehetőségét. Ez utóbbi vizsgálat nagyban hozzájárul a PF egyéb aritmiáktól való hatékony megkülönböztetéséhez [12].

2.2 A kamrai repolarizáció heterogenitás kóros mértékének vizsgálata

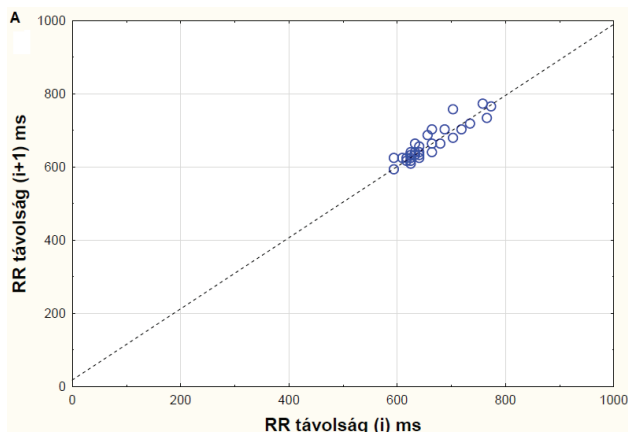
Jelen alfejezet a veszélyes kamrai aritmiák szükséges, de nem elégséges feltételének felismerésével foglalkozik, az EKG I elvezetés nyugalmi testhelyzetben mért egyperces szakaszának EKG hullámai pontosabban az ebből szá-



2A. ábra. A WIWE tömörített színkódolt eredményközlése az okostelefon képernyőjén.



2B. ábra. Adatgyűjtés a WIWE mérőegységgel.

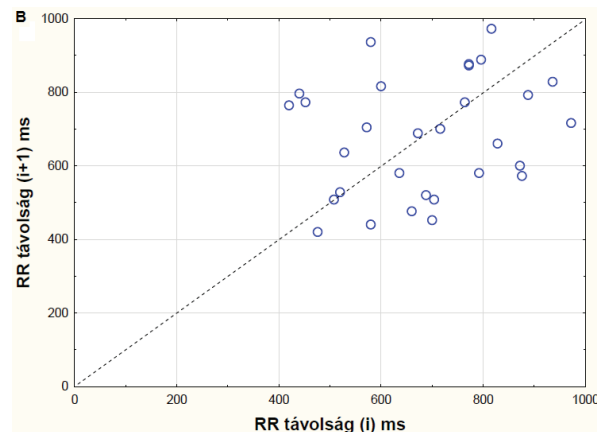


3A. ábra. Normál szívritmus Poincaré-ábrája.

molt QRST integrálok statisztikai tulajdonságai (várható érték, illetve szórás) alapján. A módszer alapkutatási bizonyítékát celluláris szintű mérések adják, ahol mesterségesen megnövelték a sejtek közötti elektromos csatolás (átmeneti ellenállás) mértékét [13].

Celluláris szintű kutatások igazolják, hogy a kamrai repolarizáció heterogenitása (azaz a kamrai szívizomsejtek akciós potenciáljainak (APD) időben és térben rendezetlen hosszúsága, precízebben az akciós potenciálok alatti területek különbsége) jelzi a megnövekedett veszélyes aritmia hajlamot. Celluláris mérések alapján a megnövekedett veszélyes aritmia hajlam a szívizomsejtek közötti elektromos csatolás meggyengülésére vezethető vissza. Ennek ismeretében a mérnöki törekvések arra irányultak, hogy minél érzékenyebben legyen kimutatható a repolarizációnak a fizioiogiástól eltérő heterogenitása (tehát a fizioiogiástól eltérő, ciklusról ciklusra véletlenszerűen változó APD időtartam különbségek).

A kvantitatív biofizikai bizonyítást átugorva elmondható, hogy az EKG I elvezetésből számolt QRST integrálok ütésről ütésre történő értékelése megfelelő noninvazív lehetőség a repolarizáció-diszperzió tulajdonságainak vizsgálatára [14,15]. Elméletileg és kísérletileg is igazolható, hogy attól függően, hogy a szívizom mekkora hányadában szűnt meg a szoros sejt-sejt közötti kapcsolat, a QRST integrál értékének az átlaga és az erre szuperponálódó véletlen ingadozás mértéke, azaz az akciós potenciálok ütésről ütésre történő változása („zaja”) nő. A növekedés részletesebb jellegét és kvantitatív mértékét számítógépes szimulációs módszerrel lehetett meghatározni [16]. Az egyszerű vizuális értékelés során a jelenség nem, vagy alig észrevehető, ezért vált szükségessé a statisztikai kiértékelés. A populáció



3B. ábra. Pitvarfibrilláció Poincaré-ábrája.

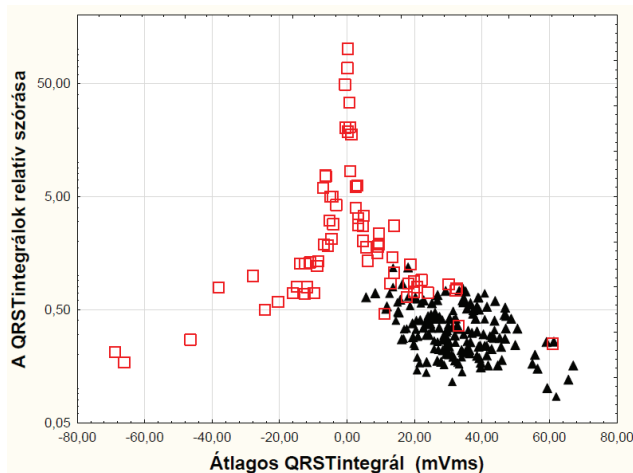
szintjén ennek a lehetősége a nagy számítási kapacitással rendelkező okostelefonok megjelenésével jött el.

A WIWE kamrai heterogenitás elemző algoritmusának kifejlesztéséhez használt tanítóminta eloszlásának egy részlete a **4. ábrán** látható. Egy-egy szimbólum az ábrán egy-egy egészséges, illetve klinikai vizsgálatokkal bizonyított – kamrai tachycardia/fibrilláció/hirtelen szív-megállás (VT/VF/SCD) epizódot átélt – beteg mérési eredményét ábrázolja. Látható, hogy a két csoport között van ugyan átlapolódás, de alapvetően az elkülönülés jellemző.

Egy 1 perc időtartamú mérés során kapott „új” koordinátpár alapján az automatikus osztályozás az ún. *k*-NN elv, azaz a „legközelebbi *k*-szomszéd” módszere [11] alapján történik. A WIWE esetében *k* = 3, vagyis az algoritmus megkeresi a tanulóminták között az aktuális méréshez legközelebb eső 3 elem orvosi diagnózisát, és azok alapján dönt a vizsgált eset besorolásáról [15].

Megbeszélés és következtetés

Nyilvánvalónak tűnik, hogy a hazai egészségipar fejlesztése során a tartalmában nemzetközi szinten is figyelemreméltó eredmények elérése olyan területen ígéretes, ahol a potenciális versenytársak még nem értek el „behozhatatlan” előnyt. Az okostelefon bázisú intelligens monitorozó/rizikóelemző eszközök világa ilyennek tűnik. Kutatási eredményeink szerint az ilyesfajta eszközökben realizálható mérő és adatfeldolgozó módszerek a közvetlen humán értékelés érzékenységét, felbontását lényegesen meghaladhatják, ugyanakkor alkalmasak a felhasználók sokmillió táborának igényeit kielégíteni.



4. ábra. A hirtelen szívmegállás rizikóelemzés tanulómintái, a nyugalmi testhelyzetben mért egészséges (fekete, kitöltött háromszögek) és a klinikailag dokumentált kamrai tachycardián/kamrafibrilláción átesett populáció (piros, üres négyzetek) adatai alapján.

A telemedicina korábbi eljárásaitól eltérően ma már reális azt várni, hogy a legfejlettebb eszközök közvetlen egészségügyi/egészségfejlesztési tanácsadást, rizikóelemzési feladatot végezzenek el, orvosi jelenlét nélkül, természetesen a vonatkozó etikai szabályok betartásával, ezzel együtt őrizték meg a mérések eredményét a további feldolgozások, illetve a gyógyítási folyamatok részére. Az elképzelések szerint ilyen típusú szolgáltatások csökkenthetik a túl későn észlelt veszélyes esetek számát, másrészt folyamatos jelenlétükkel a ritkán jelentkező kóros biológiai jeleket (például pitvarfibrilláció) mérhetővé, dokumentálhatóvá teszik, megkönnyítve a későbbi orvosi kezelést.

Az mHealth üzletág 2010. után, az Apple okostelefonjának megjelenését követően indult, külföldön és belföldön egyaránt, tehát a potenciális piac lehetséges szektorait még senki nem foglalta el véglegesen. A felfutás az amerikai ipari becslések szerint gyors, 2012-ben még mindössze 6,7 milliárd USD volt a piaci részesedés, 2020-ra viszont már 59 milliárd USD bevételre számítanak, ami összemérhető a képfalkodó rendszerek piaci részesedésével.

Az okostelefon bázisú intelligens rizikóelemző vagy tanácsadó applikációk elvileg az egész lakosságot képesek bevonni a két, népegészségi szempontból fontos, (kardiovaszkuláris, valamint daganatos) betegség kialakulásának mérséklésébe és a következményes egészségkárosodás

csökkentésébe. Tekintettel arra, hogy a világ számos országában a helytelen életmód következtében kialakuló veszteségek hasonlóak, az is várható, hogy az elvileg is új elemeket tartalmazó megoldások képesek csökkenteni a veszteségeket.

Amennyiben a hazai kutatáson alapuló innovatív megoldások hamar piacra kerülnek, a kidolgozott applikációk nemzetközi piaci sikerre is számíthatnak. Ki kell azonban emelni, hogy a hazai kézben maradó tudományos eredmények nemzetközi hasznosításához gyors és hatékony pénzügyi, kereskedelmi és marketing támogatás is szükséges.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Kósa Istvánnak a Lavinia életmód-támogatási projekt orvos-szakmai segítségével, Szálka Brigittának a dietetikai szakértő munkáért. Hasonlóképpen köszönettel tartozunk Farkas Józsefnek, a Sanatmetal Kft. igazgatójának, a WIWE gyártmányfejlesztési tevékenységéért, a hazai és külföldi piaci bevezetésért.

Irodalom

1. Egységjelentés 2015. Információk a hazai egészségveszteségek csökkentéséhez. NEFI 2015, Budapest.
2. Balog J, Sasi-Szabó L, Kinross J, Lewis MR, Muirhead LJ, Veselkov K, Mirnezami R, Dezső B, Damjanovich L, Darzi A, Nicholson JK, Takáts Z. Intraoperative tissue identification using rapid evaporative ionization mass spectrometry. *Sci. Transl. Med.* 2013 Jul 17;5(194):194ra93.
3. Juhasz T, Djotyan G, Loesel FH, Kurtz RM, Horvath C, Bille JF, Mourou G. Applications of Femtosecond Lasers in Corneal Surgery. *Laser Physics*, 2000. Vol. 10, No. 2, , pp. 495 – 500.
4. Ritchie H, Roser M. Noncommunicable Diseases Country Profiles 2014, WHO Press, Geneva, Switzerland Causes of Death Published online at OurWorldInData.org.(2019)
5. GBD 2017 Diet Collaborators. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017, *The Lancet*, May 11, 2019, Volume 393, Issue 10184, P1958-1972,
6. Kozmann Gy, Gaál B, Vassányi I. Étkezési javaslat automatizált generálása táplálkozási és életmód-tanácsadó rendszerhez. 2003. / 3 IME II. évfolyam, , 51-5
7. Gaál B, Vassányi I, Pintér B, Kozmann Gy. Táplálkozástanácsadó szakértői rendszer. 2011. június, 33-37. IME X. évfolyam 5. szám
8. Szálka B, Kósa I, Vassányi I, Mák E. Diabetesesek dietoterápiájának és önmenedzselésének támogatása mobilapplikációk használatával. 2016. *Orv. Hetilap*: 157. évfolyam, 29. szám, 1147–1153.

9. Park L, Lee S, Jeon M. Atrial fibrillation detection by heart rate variability in Poincare plot, BioMedical Engineering OnLine, 2009, 8, 38.
10. Tuboly G, Kozmann Gy, Vassányi I. Távmonitorozásra is alkalmas pitvari fibrilláció detektálási módszer, 2014, IME, 1, 40-44.
11. Young TY Calvert TW. Classification, Estimation, and Pattern Recognition American Elsevier, New York 1973
12. Tuboly G, Kozmann Gy, Kiss O, Merkely B. Atrial Fibrillation Detection Based on Poincaré Plot and P Wave Analysis, 2019 12th International Conference on Measurement, IEEE, 2019, 17-20.
13. Zanihoni M, Pollard AE, Yang L, Spitzer KW. Beat-to-beat repolarization variability in ventricular myocytes and its suppression by electrical coupling, Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2000, 278, H677-H687.
14. Geselowitz DB. The ventricular gradient revisited: relation to the area under the action potential, IEEE Trans Biomed Eng, 1983, 1, 76-77.
15. Kozmann Gy, Tuboly G, Kozmann Gy Z, Kiss O, Merkely B. Kardiovaszkuláris rizikótényezők okostelesfonos vizsgálata, 2016. / 4, IME, XV. évfolyam 42-46
16. Kozmann Gy, Tuboly G, Szathmáry V, Švehlíková J, Tyšler M. Computer modelling of beat-to-beat repolarization heterogeneity in human cardiac ventricles, Biomedical Signal Processing and Control. 2014 14, 285–290