

Primjena suvremenih tehnologija u prevenciji moždanog udara

Beneš, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:751489>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-19**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Ivan Beneš

**Primjena suvremenih tehnologija u prevenciji
moždanog udara**

DIPLOMSKI RAD



Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Ivan Beneš

**Primjena suvremenih tehnologija u prevenciji
moždanog udara**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

Ovaj diplomski rad izrađen je u Katedri za neurologiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom prof.dr.sc. Branka Malojčića i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2018./2019.

POPIS I OBJAŠNJENJE KRATICA KORIŠTENIH U RADU

AGE – Advanced Glycation End products (Napredni krajnji proizvodi glikacije)

CT – kompjuterizirana tomografija

EKG – elektrokardiogram

FA – fibrilacija atrijska

FDA – Food and Drug Administration (Agencija za hranu i lijekove)

ITM – indeks tjelesne mase

MU – moždani udar

r-tPA – rekombinantni tkivni aktivator plazminogena

SADRŽAJ

SAŽETAK

SUMMARY

1	UVOD	1
2	METODE	2
3	REZULTATI	2
3.1	SUVREMENI NAČINI PROCJENE INDIVIDUALNOG RIZIKA ZA MOŽDANI UDAR	2
3.2	SUVREMENE METODE ZA PRAĆENJE KRVNOGA TLAKA	3
3.3	SUVREMENE METODE ZA PRESTANAK PUŠENJA	4
3.4	SUVREMENE METODE PREDVIĐANJA DIJABETESA MELITUSA	6
3.5	KONTROLA FIZIČKE AKTIVNOSTI SUVREMENIM TEHNOLOGIJAMA	7
3.6	KONTROLA PREHRANE, PRETILOSTI, KONZUMACIJE ALKOHOLA I DISLIPIDEMIJE SUVREMENIM TEHNOLOGIJAMA	8
3.7	KONTROLA PSIHOSOCIJALNIH ČIMBENIKA SUVREMENIM TEHNOLOGIJAMA	9
3.8	PREPOZNAVANJE FIBRILACIJE ATRIJA SUVREMENIM TEHNOLOGIJAMA	10
3.9	TELESTROKE	11
3.10	UMJETNA INTELIGENCIJA	13
4	ZAKLJUČAK	15
5	ZAHVALA	16
6	POPIS LITERATURE	17
7	ŽIVOTOPIS	23

SAŽETAK

NASLOV RADA: Primjena suvremenih tehnologija u prevenciji moždanog udara

AUTOR: Ivan Beneš

Moždani udar predstavlja značajan javnozdravstveni problem, a kontrola promjenjivih čimbenika rizika je bitna komponenta u njegovoj prevenciji. The Stroke Riskometer App je aplikacija za pametne telefone koja služi za identifikaciju rizičnih čimbenika i procjenu rizika. Istraživanja su pokazala da je primjenom telemedicine i prijenosnih uređaja moguće postići bolju kontrolu pojedinih rizičnih čimbenika.

Svrha ovog preglednog rada je istražiti i prezentirati suvremene individualizirane metode detekcije i kontrole čimbenika rizika koji su dostupni u obliku prijenosnih uređaja poput pametnih satova i telefona.

Dodatno, telestroke mreža je dio telemedicine koji služi povezivanju manjih bolnica sa većim centrima putem interneta kako bi se povećala dostupnost specijalističke skrbi za pacijente te uštedjelo vrijeme kod zbrinjavanja akutnog moždanog udara. Ona omogućuje preciznu procjenu kliničke slike te obradu radioloških snimki od strane stručnjaka koji onda usmjeravaju terapiju i daljnje zbrinjavanje akutno bolesnog pacijenta.

Radiologija je jedno od najzanimljivijih područja za primjenu umjetne inteligencije u medicini. Pokazalo se da neuronske mreže mogu parirati radiolozima u analizi pojedinih slikovnih podataka, no njihova šira primjena tek je u ranim fazama razvoja. Bitnu ulogu u razvoju i implementaciji umjetne inteligencije imaju baze podataka iz čega proizlazi potreba za sustavnim prikupljanjem radioloških slikovnih podataka te nalaza, što bi u konačnici moglo omogućiti automatsku analizu neuroradioloških podataka. Time bi se ubrzao proces dijagnostike i usmjeravanja terapije pri akutnom moždanom udaru, kao i u ostalim hitnim stanjima.

KLJUČNE RIJEČI: moždani udar, prevencija, suvremena tehnologija, telestroke, umjetna inteligencija

SUMMARY

TITLE: Advanced technologies in stroke prevention

AUTHOR: Ivan Beneš

Stroke represents a significant public health issue and control of modifiable risk factors is an important component in its prevention. The Stroke Riskometer App is a smartphone application used for identification of risk factors and risk assessment. Research has shown that it is possible to achieve a better risk factor control by using telemedicine and wearable devices.

The purpose of this review is to investigate and present advanced individualised methods for risk factor detection and control, that are available in the form of wearable devices such as smart watches or phones.

Furthermore, telestroke network is a part of telemedicine used to connect smaller hospitals and bigger centers via the internet to achieve higher coverage of expert care for patients as well as to save time while treating acute stroke. It allows for precise assessment of clinical presentation and expert review of radiological scans, thus helping to direct therapy and further treatment of acutely ill patient.

Radiology is one of the most interesting fields for deployment of artificial intelligence in medicine. It is shown that neural networks can compete with radiologists in analysing some imaging results, but their wider application is still in the early stages of development.

Databases have an important role in development and implementation of artificial intelligence, therefore there is a need for systematic collection of radiological images and findings, which may allow for automatic analysis of neuroradiological images. That would make diagnosing and treating acute stroke, as well as other emergency conditions, faster.

KEY WORDS: stroke, prevention, advanced technology, telestroke, artificial intelligence

1 UVOD

Moždani udari (MU) predstavljaju značajni javnozdravstveni problem zbog mortaliteta, prijevremenih smrti, radne nesposobnosti, invaliditeta te visokih troškova liječenja. U Hrvatskoj je tijekom 2011. godine bilo ukupno 18 076 hospitalizacija zbog MU-a. U ukupnom mortalitetu iste godine cerebrovaskularne bolesti su se nalazile na drugom mjestu sa 14,3%.⁽¹⁾

Na rizik za razvoj MU-a, uz nepromjenjive čimbenike rizika, poput dobi, spola, rase te dijelom genetike, utječe i veliki broj promjenjivih rizičnih čimbenika.⁽²⁾ Istraživanja su pokazala da je desetak promjenjivih rizičnih čimbenika odgovorno za 90% populacijskog pripisivog rizika za MU u svijetu. To su hipertenzija, pušenje, dijabetes melitus, fizička aktivnost, prehrana, psihosocijalni čimbenici, abdominalna pretilost, alkohol, srčani uzroci te apolipoproteini. Iako u pojedinim dijelovima svijeta neki rizični čimbenici imaju veću relativnu važnost u odnosu na druge, njihov je ukupni utjecaj konstantan. Utjecajem na deset navedenih rizičnih čimbenika možemo značajno smanjiti opterećenje populacije MU-om, ali i drugim bolestima poput demencije i infarkta miokarda. Nove tehnologije nam pružaju jeftine i lako dostupne načine za utjecaj na neke od čimbenika rizika, kao nadopunu standardnim terapijama ili kao novi način prevencije.^(3,4)

Suvremeni individualizirani pristup bolesniku ili osobi s povišenim rizikom sastoji se od pravovremene detekcije čimbenika rizika i redovitog praćenja stupnja rizika ukoliko su čimbenici promjenjivi. Važno je i pratiti ustrajnost bolesnika koji su na kroničnoj medikamentnoj terapiji (hipertoničari, dijabetičari, bolesnici s hiperkolesterolemijom, s fibrilacijom atrijske) budući da je dokazano značajno niža nego što se prikazuje u kontroliranim studijama.

Cilj ovog rada je pružiti pregled suvremenih tehnologija koje mogu pridonijeti boljoj prevenciji MU-a u pacijenta sa rizikom. Međutim, kako bi se primjenjivale u medicini, suvremene tehnologije zaslužuju da ih se kritički ocjenjuje kao i sve druge alate, pa su istraživanja koja će dokazati ili opovrgnuti njihovu korisnost, ili vjerojatnije, rangirati ih, izuzetno važna i poželjna.

2 METODE

Pretraživanjem baze podataka PubMed na temelju ključnih riječi „moždani udar“, „prevencija“, „hipertenzija“, „krvni tlak“, „prestanak pušenja“, „pušenje“, „dijabetes melitus“, „fizička aktivnost“, „brzina otkucaja srca“, „prehrana“, „redukcija unosa soli“, „pretilost“, „gubitak težine“, „konzumacija alkohola“, „dislipidemija“, „stres“, „depresija“, „fibrilacija atrijska“, „Alivecor“, „telestroke“, „umjetna inteligencija“, „zdravstvo“, „strojno učenje“, „mHealth“, „prikladan za nošenje“, „predviđanje“, „telemedicina“, „pametni telefon“, „uređaj za nadgledanje“, „teleradiologija“ (od engl. „stroke“, „prevention“, „hypertension“, „blood pressure“, „smoking cessation“, „smoking“, „diabetes mellitus“, „physical activity“, „heart rate“, „diet“, „salt reduction“, „obesity“, „weight loss“, „alcohol consumption“, „dyslipidemia“, „stress“, „depression“, „atrial fibrillation“, „Alivecor“, „telestroke“, „artificial intelligence“, „healthcare“, „machine learning“, „mHealth“, „wearable“, „prediction“, „telemedicine“, „smartphone“, „monitor“, „teleradiology“) izdvojene su recentne publikacije na engleskom jeziku, sa najvećom relevantnošću za temu ovog rada. Kao ograničenje ovoga preglednog rada navodim opseg literature radi kojega je bio nužan subjektivni odabir manjeg broja publikacija od onih koje se mogu dobiti pretraživanjem navedenih ključnih riječi.

3 REZULTATI

3.1 SUVREMENI NAČINI PROCJENE INDIVIDUALNOG RIZIKA ZA MOŽDANI UDAR

Individualna procjena rizika može se postići aplikacijom The Stroke Riskometer, a potom svakom pacijentu individualno predložiti načine za smanjenje njegovih individualnih čimbenika rizika.

The Stroke Riskometer je mobilna aplikacija koja koristi komponente Framingham Stroke Risk Score algoritma (dob, spol, sistolički krvni tlak, antihipertenzivna terapija, dijabetes, povijest kardiovaskularnih bolesti, pušenje, fibrilacija atrijska, hipertrofija lijevog ventrikula, obiteljska anamneza MU-a ili infarkta miokarda), ali ih nadopunjuje dodatnim čimbenicima rizika koji su se pokazali važni u drugim studijama (poput INTERTSTROKE studije)(3) – konzumacija alkohola, stres, smanjena fizička aktivnost, omjer struka i bokova, ne-bijela

rasa, loša prehrana, kognitivni problemi ili demencija, loše pamćenje, traumatska ozljeda mozga u prošlosti, ITM (indeks tjelesne mase) te opseg struka, kako bi omogućio ljudima da sami procjene svoj petogodišnji i desetogodišnji rizik za MU, te ga usporede sa sebi sličnim osobama koje nemaju te rizične čimbenike. Autori studije smatraju kako je upravo ta usporedba sa sebi sličnim osobama koje nemaju rizične čimbenike jedan od ključnih noviteta u prevenciji, jer motivira čak i osobe koje bi tradicionalno spadale u kategoriju niskog rizika da smanje svoj rizik. Unosom različitih varijabli svatko može unaprijed vidjeti koliko će mu koja intervencija smanjiti ukupni rizik, (te samim time odrediti vlastite prioritete, npr. odvikavanje od pušenja itd.). Također pruža načine za samostalnu kontrolu vlastitih faktora rizika, što je također korak u smjeru prema individualiziranoj medicini.(5)

Značaj ovakvog pristupa je u tome što svaka osoba može prepoznati svoj rizik te raditi na kontroli čimbenika rizika čak i ako se nalazi u kategoriji koja bi tradicionalno bila nazvana kategorijom niskog rizika, jer se većina MU-a i smrti od kardiovaskularnih bolesti događa upravo u osoba sa ne-visokim rizikom. Samim time ova aplikacija predstavlja kombinaciju dvaju tipova prevencije, takozvani „high-risk“ te „population“ pristup, koji su komplementarni i zajedno daju najbolje rezultate u prevenciji kardiovaskularnih bolesti.(6)

Efikasnost ove aplikacije je usporediva sa efikasnošću najčešće korištenih ljestvica za procjenu rizika MU-a, Framingham Stroke Risk Score-a (FSRS) te QStroke-a, što je potvrđeno studijom provedenom na 9 501 osobi (80 308 osoba-godina).(7)

3.2 SUVREMENE METODE ZA PRAĆENJE KRVNOGA TLAKA

Hipertenzija je prepoznata kao najvažniji promjenjivi rizični čimbenik za MU. Što je krvni tlak viši, to je i rizik za MU veći, i to ne samo u području hipertenzije, već i pri nižim vrijednostima krvnog tlaka. Međutim, pretjerano spuštanje krvnog tlaka može imati i negativne učinke. Samim time, točna kontrola krvnog tlaka i održavanje što manje varijabilnosti je ključno, a budući da postoji velik broj ljudi sa loše kontroliranom hipertenzijom, postoji potreba za pronalaskom mjera koje bi poboljšale pridržavanje terapiji.(8)

Jedna od intervencija je samostalno mjerenje krvnog tlaka pomoću automatskih sfigmomanometara. Pokazalo se da titriranje antihipertenzivne terapije (klinički ili putem telemedicine) vođeno mjerenjima krvnog tlaka kod kuće postiže bolju kontrolu hipertenzije, ukoliko se držimo preporuka u kojima je ciljna vrijednost samostalno mjenog krvnog tlaka za 5/5 mmHg niža od one u kliničkom mjerenju. Predviđa se da utjecaj na krvni tlak uz ovakvu intervenciju može smanjiti rizik MU-a za 20%.⁽⁹⁾

Ove godine (2019.) dva su automatska tlakomjera u obliku ručnog sata, Omron HEM-6410T-ZM te Omron HEM-6410T-ZL, koji mjere krvni tlak na razini ručnog zgloba zadovoljili kriterije po smjernicama American National Standards Institute, Inc/Association for the Advancement of Medical Instrumentation/International Organization for Standardization (ANSI/AAMI/ISO) 81060-2:2013 za kliničko ispitivanje automatskih neinvazivnih sfigmomanometara. Male dimenzije i tiho mjerenje krvnog tlaka čine ih pogodnima za mjerenje krvnog tlaka tijekom dana u raznim okruženjima (npr. na poslu) što može pridonijeti otkrivanju dnevnih varijacija krvnog tlaka koje bi inače ostale nezamijećene. Koriste se u sjedećem položaju sa ručnim zglobom u razini srca.⁽¹⁰⁾

3.3 SUVREMENE METODE ZA PRESTANAK PUŠENJA

Utjecaj pušenja cigareta na incidenciju MU-a poznat je već dugo vremena. Pušenje je prepoznato kao neovisan čimbenik rizika, ali može i potencirati druge čimbenike, poput hipertenzije. Bitno je napomenuti da je relativni rizik veći, što je broj popušanih cigareta dnevno veći („the more you smoke, the more you stroke“), te da se rizik MU-a značajno smanjuje sa prestankom pušenja. Nakon dvije godine postaje značajno niži, a nakon pet godina, u većini slučajeva, približno jednak nepušačima.^(11,12)

U SAD-u pušenje pridonosi 12% - 14% svih smrti od MU-a.⁽⁸⁾

Ovi su podaci značajni jer objašnjavaju da nikada nije kasno za prestanak pušenja, te da čak i samo smanjenje broja popušanih cigareta može smanjiti rizik za razvoj MU-a.

Jedna od metoda koja može pomoći u prestanku pušenja je korištenje mHealth-a (upotreba prijenosnih komunikacijskih uređaja u medicinske svrhe) za slanje personaliziranih poruka sa

motivacijskim sadržajem te podrškom za promjenom ponašanja kakva bi se inače pružala uživo u razgovoru sa pacijentom. Prednosti ovakve metode su relativno niska cijena, visoka zastupljenost mobilnih telefona u populaciji te dostupnost i mogućnost interakcije svima koji traže pomoć a imaju mobilni telefon.

Studija provedena u Ujedinjenom Kraljevstvu, gdje dvije trećine pušača želi prestati pušiti, potvrdila je učinkovitost njihove text2stop (poruke za prestanak) intervencije, ostvarivši dvostruko veći učinak na apstinenciju u odnosu na kontrolu nakon 6 mjeseci. Sudionici koji su se dobrovoljno javili su odredili datum prestanka pušenja unutar 2 tjedna, te počeli primati specijalno dizajnirane SMS poruke koje su imale za cilj promijeniti njihovo ponašanje i pomoći im u postizanju apstinencije od pušenja.

U periodu prije datuma koji su odredili za prestanak pušenja dobivali su poruke za pripremu, pronalazak distrakcija koje bi pomogle pri žudnji te poruke koje su posebno objašnjavale neke od problema koji bi se mogli javiti (poput povećanja tjelesne težine).

Na dan koji su odabrali kao dan prestanka, dobili su poruku sa ohrabrenjem i podsjetnik da je ovo dan kada prestaju pušiti. Potom su kroz sljedećih nekoliko tjedana dobivali niz poruka sa ohrabrenjima i podrškom koja je isticala pozitivne zdravstvene učinke te uputama što napraviti ukoliko dođe do žudnje ili ponovno počnu pušiti, a nakon toga su poruke postale rjeđe (tri puta tjedno).

Ukoliko bi ispitanik poslao poruku „crave“ (žudnja), dobio bi odgovor podrške koji objašnjava da je žudnja kratkotrajna te što može učiniti kako bi odvratio pažnju sa cigarete. Također, ukoliko bi poslali poruku „lapse“ (propust) dobili bi poruku ohrabrenja koja naglašava dobrobiti čak i kratkotrajnog prestanka pušenja te podršku da nastave s apstinencijom.(13)

S druge strane, postoje brojne javno dostupne aplikacije za pametne telefone, no javlja se problem odabira onih najučinkovitijih, a klasificiranje prema znanstveno utemeljenim dokazima je problematično zbog brzog razvoja novih aplikacija te nadogradnje onih postojećih. Stoga samo mali broj aplikacija ima pokriće u znanstvenoj literaturi. Postavlja se pitanje je li to pravi način vrednovanja aplikacija, ili bi možda bilo korisnije analizirati aplikacije na temelju njihove sukladnosti sa medicinom temeljenom na dokazima. Pronalazak

takvih pomagala je dodatno problematičan zbog načina na koji laici pretražuju aplikacije, koristeći jednostavnije termine u odnosu na formalniji jezik korišten od strane profesionalaca koji ih razvijaju, te se stoga preporučuje korištenje jednostavnog jezika.(14)

Konačno, pored intervencija putem mHealtha u obliku SMS poruka i aplikacija, nada se pridaje i naprednijim oblicima poput virtualnih grupa za podršku.

3.4 SUVREMENE METODE PREDVIĐANJA DIJABETESA MELITUSA

Dijabetes melitus kao nezavisni čimbenik rizika udvostručuje rizik za MU, a MU je odgovoran za približno 20% smrti u dijabetičara.(8) S jedne strane, trajanjem dijabetesa raste rizik za razvoj ishemijskog MU-a, otprilike 3% svake godine, a nakon 10 godina se utrostruči.(15) Međutim, neka su istraživanja pokazala da i hiperglikemija koja ne spada u dijagnozu dijabetesa ($\geq 6,1$ mmol/L) povećava rizik za MU.(16)

Budući da agresivno reguliranje glikemije (na $< 6\%$ hemoglobina A1c u odnosu na $7\% - 7,9\%$) kod dijagnosticiranih pacijenata nema utjecaja na rizik od MU-a, pretpostavka je da se štetni utjecaj hiperglikemije najviše ispoljava u fazi predijabetesa, kada nema još potpuno razvijene bolesti.(2)

Neinvazivna metoda koja nam može pomoći u odabiru pacijenata rizičnih za razvoj dijabetesa tipa 2, kardiovaskularnih bolesti i smrti je mjerenje AGE-ova (od engl. „Advanced Glycation End products“ – Naprednih krajnjih proizvoda glikacije) u koži, pomoću jednostavnog uređaja koji radi na principu autofluorescencije.(17) To su spojevi koji nastaju reakcijama glikacije i oksidacije slobodnih amino skupina u molekulama proteina, lipida i nukleinskih kiselina, pa se njihovo stvaranje povećava u stanjima kronične hiperglikemije i oksidativnog stresa. Povećana količina AGE-ova u koži se pokazala kao dobar neovisni prediktor za razvoj DM2, kardiovaskularnih bolesti i smrti.(18) U nekim je studijama mjerenje kožne autofluorescencije pacijentima, kojima je rizik od kardiovaskularnih bolesti procijenjen na temelju standardnih metoda, dovelo do reklasifikacije u kategoriju višeg rizika.(19)

3.5 KONTROLA FIZIČKE AKTIVNOSTI SUVREMENIM TEHNOLOGIJAMA

Smanjena fizička aktivnost je faktor rizika za razvoj MU-a. Iako postoji više objašnjenja kako fizička aktivnost smanjuje taj rizik, poput utjecaja na krvni tlak, krvne žile te agregaciju trombocita, dokazano je kako umjerena do jaka tjelesna aktivnost smanjuje rizik kako za ishemijski tako i za hemoragijski MU za 20% - 27%.⁽²⁰⁾

Budući da postoje i brojni drugi pozitivni učinci fizičke aktivnosti na zdravlje, American Medical Association odraslim osobama savjetuje najmanje 150 – 300 minuta umjerene aerobne aktivnosti, ili 75 – 150 minuta jake aerobne aktivnosti tjedno, ili odgovarajuću kombinaciju ovih dvaju oblika. Također se preporuča barem 2 dana u tjednu provoditi vježbe mišićne snage. Značajno je da se učinak fizičke aktivnosti kumulira, neovisno o tome koliko dugo je aktivnost trajala.⁽²¹⁾

Jedan od problema je u definiranju intenziteta tjelesne aktivnosti. U umjerenu tjelesnu aktivnost spada hodanje, lagano plivanje, čišćenje, a preciznije je određena kao 55% - 70% maksimalnog broja otkucaja srca (izračunavamo ga kao 220 - broj godina). Jaka tjelesna aktivnost obuhvaća aktivnosti poput trčanja i vožnje bicikla, a preciznije je određena kao 70% - 90% maksimalnog broja otkucaja srca.⁽²²⁾

Kako bi kvantificirali fizičku aktivnost, te odredili je li dnevna tj. tjedna potreba za fizičkom aktivnošću zadovoljena, u pomoć nam mogu priskočiti razni, danas lako dostupni uređaji poput pedometara, akcelerometara te senzora otkucaja srca koji su ugrađeni u mnoge pametne telefone, pametne satove ili pojaseve koji se nose oko prsa.

Senzori otkucaja srca koji se nose oko prsa te mjere električnu aktivnost srca imaju već potvrđenu učinkovitost pri raznim vrstama fizičke aktivnosti, te se preporučaju ukoliko je potrebno precizno mjerenje otkucaja srca. S druge strane, senzori koji se nose na ruci poput sata te funkcioniraju na principu fotopletizmografije, pokazali su varijabilnost u procjeni otkucaja srca, ovisno o vrsti i intenzitetu fizičke aktivnosti. Postoje i razlike među uređajima, te su se Apple Watch i Mio Fuse pokazali preciznijima od ostalih testiranih satova.^(23,24)

Pedometri i akcelerometri se danas ugrađuju u mnoge tehnološke proizvode koje ljudi svakodnevno koriste, te mogu poslužiti za procjenu fizičke aktivnosti te određivanje dnevnih i tjednih ciljeva. Aplikacije koje koriste pedometar ugrađen u pametne telefone mogu

poboljšati fizičku aktivnost, što je pokazano istraživanjem u kojem je grupa koja je koristila The Accupedo-Pro Pedometer aplikaciju, u periodu od osam tjedana, imala 22% -tno povećanje u fizičkoj aktivnosti mjerenoj brojem napravljenih koraka u danu, u odnosu na kontrolu.(25)

3.6 KONTROLA PREHRANE, PRETILOSTI, KONZUMACIJE ALKOHOLA I DISLIPIDEMIJE SUVREMENIM TEHNOLOGIJAMA

Iako nije razjašnjeno u kojoj mjeri navedeni čimbenici rizika na MU utječu samostalno, a u kojoj mjeri svojom međusobnom interakcijom te utjecajem na krvni tlak, kolesterol i glikemiju, nedvojbeno je da njihova kontrola značajno pridonosi smanjenju rizika od MU-a. Utjecajem na bihevioralne faktore možemo promijeniti i metaboličke faktore rizika, primjerice zdravom prehranom smanjiti krvni tlak i kolesterol.

Prehrana, pogotovo ona bogata solju, zasićenim masnim kiselinama, te sa malo voća i povrća pridonosi riziku od MU-a dok ga prehrana poput Mediteranske dijeta smanjuje za približno 20%.(26)

Posredovanjem drugih čimbenika rizika poput hipertenzije, kolesterola i glikemije ostvaruje se gotovo sav učinak prekomjerne tjelesne težine na rizik od MU-a. Međutim, u pretilih osoba znatno veći udio rizika proizlazi iz same pretilosti, pa intervencije za smanjenje tjelesne težine postaju značajnije u takvih osoba.(27) Mjerenje abdominalne pretilost (opseg struka ili omjer struka i bokova) se pokazalo kao bolji prediktor nego ITM.

Konzumacija alkohola ima dvojak utjecaj. S jedne strane, umjerena konzumacija alkohola smanjuje rizik za ishemijski MU, dok ga obilno pijenje povećava. Međutim, rizik za hemoragijski MU je povećan, neovisno o količini.

Unatoč donekle proturječnim rezultatima istraživanja o utjecaju lipida na MU, primjena statina je opravdana jer smanjuje ukupni te rizik od ishemijskog MU-a, a eventualni negativni utjecaj na hemoragijski MU nije toliko značajan.(2,8)

SaltSwitch je aplikacija za pametne telefone, trenutno dostupna u Australiji, Novom Zelandu i Ujedinjenom Kraljevstvu. Funkcionira na principu skeniranja bar-koda artikala u

trgovinama pomoću pametnog telefona, nakon čega daje informaciju o količini soli u pojedinoj namirnici te automatski preporuča alternativne namirnice sa manjim udjelom soli. Iako testirana na malom broju ljudi, pokazala je značajno smanjenje u kupovini soli, otprilike 0,7 grama soli po osobi dnevno, u pacijenata sa kardiovaskularnim bolestima. SaltSwitch je dio veće platforme, tzv. FoodSwitch koja bi trebala obuhvatiti više parametara pri odabiru zdravijih namirnica.(28)

SmartLoss intervencija je pokazala klinički značajno smanjenje tjelesne težine u pacijenata koji su joj bili podvrgnuti u odnosu na kontrolu. Ovo i slična istraživanja sugeriraju da rezultati uvelike ovise o dizajnu aplikacije i intervencije na daljinu. Naime, ovdje se radilo o aktivnoj suradnji pacijenata i osobe koja ih je savjetovala putem pametnog telefona. Zajedno su pratili napredak pomoću redovitih vaganja, mjerenja broja koraka u danu te kontrole prehrane.(29)

Drinkaware aplikacija se pokazala učinkovitom u smanjenju konzumacije alkohola u osoba koje su bile za to prethodno motivirane te koje nisu brzo odustale od korištenja aplikacije. Vjerojatno najbitnija zadaća aplikacije je da podupire korisnike u ostvarivanju cilja koji si sami zadaju, tako što im pruža mogućnost praćenja vlastitog ponašanja, planiranja te povratnog odgovora vezanog za postavljeni cilj.(30,31)

3.7 KONTROLA PSIHOSOCIJALNIH ČIMBENIKA SUVREMENIM TEHNOLOGIJAMA

Iako psihosocijalni čimbenici poput stresa, životnih događaja i depresije imaju značajan utjecaj na rizik od MU-a, suvremena tehnologija poput mHealtha se čini manje obećavajućom na ovom području. Iako u zemljama u razvoju gdje je standardna skrb manje dostupna mogu imati pozitivan učinak, u razvijenijim zemljama bi njihova primarna uloga mogla biti prepoznavanje znakova stresa i psihičkog opterećenja te ohrabrivanje pacijenata da potraže stručnu pomoć i drže se standardne terapije.(32,33)

3.8 PREPOZNAVANJE FIBRILACIJE ATRIJA SUVREMENIM TEHNOLOGIJAMA

Od mnogih kardioloških uzroka MU-a (akutni infarkt miokarda, kardiomiopatije, bolesti zalistaka, itd.) fibrilacija atrijsa (FA), kako perzistirajuća tako i paroksizmalna, daleko je najznačajnija te povećava rizik četiri do pet puta. Potičući kardioemboliju, često je uzrok opsežnijih i fatalnih MU-a. Međutim, jednom otkrivena FA otvara nam mogućnost uspješne prevencije stratifikacijom rizika pomoću CHA₂DS₂-VASc sheme te uvođenjem visoko učinkovite antikoagulantne terapije onima koji imaju povišeni rizik. Upravo iz tog razloga se potiče oportunistički probir pacijenata starijih od 65 godina u primarnoj zdravstvenoj zaštiti, najprije palpacijom pulsa te nakon toga elektrokardiografijom kod onih sa iregularnim pulsom.(8)

Unatoč tome, u 20% ljudi koji dožive MU uzrokovan FA, ona bude tek tada otkrivena. Posljednjih godina se u javnosti mnogo priča o uređajima koji bi mogli samostalno prepoznati FA u pacijenata, pogotovo nakon što ih je FDA (od engl. Food and Drug Administration – Agencija za hranu i lijekove) odobrila, no iako djeluju obećavajuće, postoji i određeni broj kritika, a njihovu učinkovitost u prevenciji MU-a je potrebno tek dokazati.

O uređajima koji koriste senzore temeljene na fotopletizmografiji, kako bi izmjerili frekvenciju rada srca, bilo je govora u poglavlju o fizičkoj aktivnosti. Iako su ti uređaji dobri za određivanje frekvencije, procjena srčanog ritma (normalan sinus ritam ili FA) nije dovoljno pouzdana. Međutim, odobrenja od strane FDA-a se odnose na uređaje koji koriste pravu elektrokardiografiju putem jednog ili šest odvoda.

Ideja je da kontinuirana procjena frekvencije srca fotopletizmografijom te usporedba sa fizičkom aktivnošću mjerenom akcelerometrima može uočiti nesklad između ta dva parametra te obavijestiti korisnika da pristupi određivanju srčanog ritma pomoću ugrađenog elektrokardiografa. Izmjereni elektrokardiogram se tada interpretira pomoću algoritama temeljenih na strojnom učenju te daje poruku radi li se o normalnom sinus ritmu ili o FA.

U proizvodnji takvih široko dostupnih uređaja trenutno prednjače Apple i AliveCor. AliveCor KardiaMobile te AliveCor KardiaMobile 6L su prijenosni uređaji koji na sebi imaju dvije, odnosno tri elektrode. Nakon uparivanja sa pametnim telefonom (Android ili iOS)

omogućavaju jednostavno snimanje elektrokardiograma (EKG-a) iz jednog odvoda (KardiaMobile), odnosno 6 odvoda (KardiaMobile 6L). Oba su odobrena od strane FDA-a, te je KardiaMobile trenutno dostupan na tržištu, a KardiaMobile 6L bi trebao biti dostupan od lipnja 2019. godine.

Alivecor KardiaBand je dodatak za Apple Watch, odobren od strane FDA-a, koji je zapravo remen za sat sa ugrađenim elektrodama, a pretvara Appleove satove iz serija 1-3 u EKG sa jednim odvodom.

Konačno, Apple Watch Series 4 dolazi sa EKG elektrodama ugrađenima u sat, te je dovoljno staviti prst na određeni dio sata kroz 30 sekundi kako bi se dobio EKG zapis te njegova interpretacija. Jedna elektroda se nalazi na dnu sata i dodiruje zapešće dok je sat na ruci, a druga elektroda je ona na koju korisnik stavlja prst druge ruke, čime se stvara zatvoreni krug između lijeve i desne ruke, što bi odgovaralo prvom odvodu standardnog EKG-a. I u ovom slučaju, aplikacija instalirana u sat sama analizira zapis te određuje radi li se o sinus ritmu ili o FA.

Budući da se radi o novim uređajima, koji nisu dugo na tržištu, nezavisna istraživanja o njihovoj učinkovitosti su skromna. Specifičnost i osjetljivost u otkrivanju FA se značajno razlikuje u pojedinim istraživanjima, što može predstavljati opasnost kod lažno negativnih nalaza. Imajući to u vidu, bitno je napomenuti da se takvi uređaji mogu koristiti svakodnevno, u više navrata pa se šansa za lažno negativne rezultate smanjuje.(34–37)

Možda čak i važnije od same tehničke izvedbe elektroda i samih uređaja je programska podrška u pozadini aplikacija koje analiziraju zapise EKG-a, koja se temelji na umjetnoj inteligenciji i strojnom učenju te svakim novim zapisom postaje sve sofisticiranija.

3.9 TELESTROKE

Kada se pacijent prezentira sa simptomima MU-a, brzo postavljanje dijagnoze i primjena odgovarajuće terapije su ključni. Ukoliko se radi o ishemijskom moždanog udara, sa nastupom simptoma počinje vremenski okvir od 4,5 sata unutar kojeg se na temelju kliničke slike i nalaza kompjuterizirane tomografije (CT-a) mora postaviti odgovarajuća dijagnoza te

započeti tromboliza rekombinantnim tkivnim aktivatorom plazminogena (r-tPA). Vrijeme je mozak, pa brža primjena terapije znači i bolji ishod.(38)

U većim bolnicama odgovarajuća skrb može biti pružena u posebnim jedinicama za liječenje MU-a pod kontrolom stručnjaka. Međutim, u manjim i geografski izoliranim sredinama, gdje takvi centri i posebno educirani stručnjaci nisu odmah dostupni, pravovremeno zbrinjavanje ishemijskog MU-a primjenom trombolitičke terapije predstavlja izazov.

Telestroke označava primjenu telemedicine u skrbi za pacijente sa MU-om.

Od samog začetka, osnovna mu je zadaća bila da primjenom suvremene tehnologije omogući stručnjacima, koji su obično smješteni u većim medicinskim centrima, da dopru do manjih sredina i svojim znanjem pomognu u zbrinjavanju pacijenata sa sindromom MU-a. Sustavom video poziva visoke kvalitete moguće je uspostaviti direktnu komunikaciju sa manjom bolnicom koja u tom trenutku zbrinjava pacijenta, pri čemu stručnjak pouzdano procjenjuje neurološki deficit, kao da se nalazi pokraj pacijenta. Pouzdana procjena na temelju NIHSS skale je moguća i putem pametnog telefona.(39,40) Druga bitna komponenta telestroke sustava je udaljena obrada radioloških snimki, tj. teleradiologija. Mnoge manje bolnice raspolažu CT uređajima, no analiza radioloških slika od strane stručnjaka za MU je rijetko dostupna. Dokazana je pouzdanost teleradiološke interpretacije CT snimki, čak i kada se radi putem pametnog telefona.(41,42)

Na temelju neurološkog deficita i radiološke obrade stručnjak za MU može procijeniti, bez da je uživo vidio pacijenta, je li trombolitička terapija r-tPA-om indicirana te voditi terapiju putem telemedicine, u pacijentu najbližoj bolnici. Ovom intervencijom se pacijentima skraćuje vrijeme od nastupa simptoma do primitka terapije, te se i broj eligibilnih pacijenata za r-tPA povećava.(43) Osim toga, telestroke mreža omogućuje i daljnje vođenje pacijenta od strane stručnjaka, odlučivanje o premještanju pacijenta u bolnicu sa posebnom jedinicom za liječenje MU-a ili pak zadržavanje pacijenta u manjoj bolnici. Telestroke mreža otvara vrata i za sudjelovanje manjih bolnica u kliničkim istraživanjima.

Telestroke sustavi su i ekonomski isplativi. Iako započinjanje takvog programa zahtijeva veliko početno ulaganje, on s vremenom postaje isplativ, jer se pravovremenom primjenom trombolitičke terapije poboljšava ishod MU-a i smanjuju troškovi rehabilitacije.(44)

3.10 UMJETNA INTELIGENCIJA

Analiza CT snimki je istaknuta kao bitna komponenta telestroke mreže, a napretkom tehnologije otvara se pitanje može li nam računalo pomoći u samoj obradi slikovnih podataka, pa možda čak i zamijeniti čovjeka.

Umjetna inteligencija obuhvaća skup metoda kojima se računalima pokušava omogućiti percepcija, razumijevanje i logičko zaključivanje kakvo posjeduje ljudski mozak. Želimo li da računalo zbroji dva broja, vrlo je jednostavno napisati program koji će točno definirati taj postupak i „objasniti“ ga računalu koje će nam bez problema zbrajati brojeve puno većom brzinom i točnošću od ljudi. Naime, ulazne varijable se obrade jednostavnim algoritmom, a kao izlaznu varijablu dobijemo rezultat. Međutim, programirati računalo da na slici prepozna, primjerice, mačku nije jednostavan zadatak zbog ogromnog broja varijabli i njihovog međusobnog odnosa, dok ljudskom mozgu to ne predstavlja nikakav problem. Nove tehnologije poput strojnog učenja mogu doskočiti tom problemu. Umjesto programiranja točnog algoritma, računalu možemo ponuditi veliki broj ulaznih i njima pridruženih izlaznih varijabli iz kojih on sam stvara algoritam kojime će povezati ulazne i izlazne varijable sa određenom vjerojatnošću. Sa malim skupom podataka, takav program ne može biti vrlo precizan, no „treniranjem“ neuronske mreže sa velikim skupom podataka, primjerice desetcima tisuća slika mačaka, ona postaje sve bolja i preciznija. Ključno, nakon dovoljnog broja analiziranih podataka, tj. slika korištenih za učenje neuronske mreže, ona može sa velikom pouzdanošću prepoznati mačku na slici koju nikada prije nije „vidjela“.

Iz medicinske perspektive, unošenjem dovoljnog broja CT snimki na kojima je određena patološka promjena, nadziranom strojnim učenjem neuronska mreža može postati sposobna sa velikom vjerojatnošću prepoznati tu patološku promjenu na CT snimci. Preduvjet za to je da imamo dovoljno veliki skup podataka (eng. *data set*) za treniranje neuronske mreže.

Pored analize slikovnih podataka, u medicinskoj se literaturi umjetna inteligencija najviše koristi za analizu podataka iz genetskog testiranja i elektrodijagnostičkih testova.(45)

Bitno je naglasiti da strojno učenje ima mnogo podskupina od kojih neke poput konvolucijskih neuronskih mreža mogu bolje analizirati slikovne podatke, dok rekurentne neuronske mreže pokazuju veću korist u analizi teksta i govora.(46)

IBM Watson for Oncology je sustav koji korištenjem mogućnosti umjetne inteligencije pomaže u određivanju terapije za neoplazme. U istraživanju provedenom u Indiji određivano je podudaranje terapije preporučene od strane sustava umjetne inteligencije u usporedbi sa preporukama multidisciplinarnog onkološkog tima. U istraživanju su postojala ograničenja, no pokazano je podudaranje u terapijama od 93%. Na podudarnost je značajno utjecala dob pacijenata i stadij bolesti.(47)

U drugom je istraživanju korištenjem dvaju algoritama konvolucijskih neuronskih mreža u seriji postignut dobar rezultat u prepoznavanju klinički značajnih nalaza na CT-u, poput krvarenja, utjecaja mase i hidrocefalusa, a nešto lošiji rezultat u prepoznavanju suspektnog akutnog infarkta.(48)

Konačno, vidimo kako se sustavi umjetne inteligencije, koji su već uvelike korišteni u brojnim sferama ljudskog života i interakcije ljudi i računala, počinju primjenjivati i u medicini. Njihova moć zaključivanja uvelike ovisi o bazama podataka koje se koriste za njihovo treniranje i testiranje i zato postoji potreba za sustavnim prikupljanjem velikih baza strukturiranih podataka koje bi mogle biti korištene u tu svrhu.

4 ZAKLJUČAK

Moždani udar predstavlja značajan javnozdravstveni problem kako u Hrvatskoj tako i u svijetu. Identificirani su mnogi promjenjivi čimbenici rizika, no postoji potreba za njihovom boljom kontrolom. Suvremena tehnologija telemedicine, a pogotovo mHealth omogućava nam primjenu široko dostupnih pametnih telefona u kontroli čimbenika rizika. Mobilne aplikacije u kombinaciji sa prijenosnim sensorima poput fotopletizmografa ili akcelerometra praćenjem ponašanja i davanjem povratne informacije korisniku mogu potaknuti promjene životnog stila. Prijenosni jednokanalni EKG senzori bi mogli pridonijeti ranijem otkrivanju fibrilacije atrijske.

U pregledu najvažnijih promjenjivih čimbenika rizika, prvo je objašnjena njihova važnost i utjecaj na ukupni rizik, a zatim je dan pregled nekih od dostignuća tehnologije koja bi mogla pomoći u njihovom suzbijanju. Budući da za neke faktore rizika postoji puno veći izbor tehnologija, nisu svi jednako zastupljeni, te su neki navedeni primarno radi popunjavanja šire slike i cjelovitog prikaza faktora rizika.

U prevenciji i hitnom zbrinjavanju pacijenata sa akutnim moždanim udarom putem telestroke mreže povećava se dostupnost specijalističke skrbi pacijentima iz manjih područja. Bržom primjenom r-tPA u eligibilnih pacijenata povećavaju se izgledi za povoljni ishod liječenja, što u konačnici smanjuje potrebu za rehabilitacijom te štedi novac zdravstvenom sustavu.

Brzo razvijajuća grana računalne znanosti, umjetna inteligencija, sve se više primjenjuje i u medicini, a mogućnost automatske obrade slikovnih podataka mogla bi utjecati i na skrb o pacijentima sa MU-om. Za kvalitetno treniranje neuronskih mreža potrebne su velike baze podataka zbog čega postoji potreba za sustavnim prikupljanjem slikovnih zapisa, nalaza i njima pridruženih dijagnoza.

Konačno, brzi razvoj tehnologije ponekad je teško popratiti kvalitetnim znanstvenim istraživanjima, pogotovo u području razvoja mobilnih aplikacija i algoritama koji se učestalo ažuriraju.

5 ZAHVALA

Zahvaljujem se svom mentoru prof.dr.sc. Branku Malojčiću.

Hvala mojoj obitelji i prijateljima na podršci tijekom školovanja.

Posebno zahvaljujem mojim roditeljima, Božici i Goranu na strpljenju, potpori i razumijevanju.

6 POPIS LITERATURE

1. Kralj V, Sekulić K, Šekerija M. Cardiovascular diseases in Croatia. *Croat Inst Public Heal Minist Heal*. 2013;1–60.
2. Boehme AK, Esenwa C, Elkind MSV. Stroke Risk Factors, Genetics, and Prevention. *Circ Res*. 2017;120(3):472–95.
3. O'Donnell MJ, Chin SL, Rangarajan S, Xavier D, Liu L, Zhang H, et al. Global and regional effects of potentially modifiable risk factors associated with acute stroke in 32 countries (INTERSTROKE): a case-control study. *Lancet* [Internet]. 2016;388(10046):761–75. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30506-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30506-2)
4. Feigin VL, Roth GA, Naghavi M, Parmar P, Krishnamurthi R, Chugh S, et al. Global burden of stroke and risk factors in 188 countries, during 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet Neurol* [Internet]. 2016;15(9):913–24. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)30073-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30073-4)
5. Feigin VL, Norrving B. A new paradigm for primary prevention strategy in people with elevated risk of stroke. *Int J Stroke*. 2014;9(5):624–6.
6. Cooney MT, Dudina A, Whincup P, Capewell S, Menotti A, Jousilahti P, et al. Re-evaluating the Rose approach: Comparative benefits of the population and high-risk preventive strategies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2009;16(5):541–9.
7. Parmar P, Krishnamurthi R, Ikram MA, Hofman A, Mirza SS, Varakin Y, et al. The Stroke Riskometer™ App: Validation of a data collection tool and stroke risk predictor. *Int J Stroke*. 2015;10(2):231–44.
8. Meschia JF, Bushnell C, Boden-Albala B, Braun LT, Bravata DM, Chaturvedi S, et al. Guidelines for the primary prevention of stroke: A statement for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association. Vol. 45, *Stroke*. 2014. 3754–3832 p.

9. McManus RJ, Mant J, Franssen M, Nickless A, Schwartz C, Hodgkinson J, et al. Efficacy of self-monitored blood pressure, with or without telemonitoring, for titration of antihypertensive medication (TASMINH4): an unmasked randomised controlled trial. *Lancet*. 2018;391(10124):949–59.
10. Kuwabara M, Harada K, Hishiki Y, Kario K. Validation of two watch-type wearable blood pressure monitors according to the ANSI/AAMI/ISO81060-2:2013 guidelines: Omron HEM-6410T-ZM and HEM-6410T-ZL. *J Clin Hypertens*. 2019;(January):1–6.
11. Wolf PA. Cigarette Smoking as a Risk Factor for Stroke. *Jama*. 2011;259(7):1025.
12. Shah RS, Cole JW. Smoking and stroke: The more you smoke the more you stroke. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2010;8(7):917–32.
13. Free C, Knight R, Robertson S, Whittaker R, Edwards P, Zhou W, et al. Smoking cessation support delivered via mobile phone text messaging (txt2stop): A single-blind, randomised trial. *Lancet [Internet]*. 2011;378(9785):49–55. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60701-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60701-0)
14. Haskins BL, Lesperance D, Gibbons P, Boudreaux ED. A systematic review of smartphone applications for smoking cessation. *Transl Behav Med*. 2017;7(2):292–9.
15. Banerjee C, Moon YP, Paik MC, Rundek T, Mora-Mclaughlin C, Vieira JR, et al. Duration of diabetes and risk of ischemic stroke: The Northern Manhattan Study. *Stroke*. 2012;43(5):1212–7.
16. Sui X, Lavie CJ, Hooker SP, Lee DC, Colabianchi N, Lee C Do, et al. A prospective study of fasting plasma glucose and risk of stroke in asymptomatic men. *Mayo Clin Proc [Internet]*. 2011;86(11):1042–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.4065/mcp.2011.0267>
17. Meerwaldt R, Graaf R, Oomen PHN, Links TP, Jager JJ, Alderson NL, et al. Simple non-invasive assessment of advanced glycation endproduct accumulation. *Diabetologia*. 2004;47(7):1324–30.
18. Waateringe RP Van, Fokkens BT, Slagter SN, Klauw MM Van Der, Vliet-ostaptchouk

- JV Van, Graaff R, et al. Skin autofluorescence predicts incident type 2 diabetes , cardiovascular disease and mortality in the general population. 2018;
19. Lutgers HL, Gerrits EG, Graaff R, Links TP, Sluiter WJ, Gans RO, et al. Skin autofluorescence provides additional information to the UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) risk score for the estimation of cardiovascular prognosis in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*. 2009;52(5):789–97.
 20. Lee C Do, Folsom AR, Blair SN. Physical activity and stroke risk: A meta-analysis. *Stroke*. 2003;34(10):2475–81.
 21. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The physical activity guidelines for Americans. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2018;320(19):2020–8.
 22. Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *J Sci Med Sport*. 2010;13(5):496–502.
 23. Gillinov S, Etiwy M, Wang R, Blackburn G, Phelan D, Gillinov AM, et al. Variable accuracy of wearable heart rate monitors during aerobic exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(8):1697–703.
 24. Wang R, Blackburn G, Desai M, Phelan D, Gillinov L, Houghtaling P, et al. Accuracy of wrist-worn heart rate monitors. *JAMA Cardiol*. 2017;2(1):104–6.
 25. Glynn LG, Hayes PS, Casey M, Glynn F, Alvarez-Iglesias A, Newell J, et al. Effectiveness of a smartphone application to promote physical activity in primary care: The SMART MOVE randomised controlled trial. *Br J Gen Pract*. 2014;64(624):384–91.
 26. Lakkur S, Judd SE. Diet and Stroke: Recent Evidence Supporting a Mediterranean-Style Diet and Food in the Primary Prevention of Stroke. *Stroke*. 2015;46(7):2007–11.
 27. Danaei G. Metabolic mediators of the effects of body-mass index, overweight, and obesity on coronary heart disease and stroke: A pooled analysis of 97 prospective cohorts with 1·8 million participants. *Lancet*. 2014;383(9921):970–83.

28. Eyles H, McLean R, Neal B, Jiang Y, Doughty RN, McLean R, et al. A salt-reduction smartphone app supports lower-salt food purchases for people with cardiovascular disease: Findings from the SaltSwitch randomised controlled trial. *Eur J Prev Cardiol.* 2017;24(13):1435–44.
29. Martin CK, Miller AC, Thomas DM, Champagne CM, Han H, Church T. Efficacy of SmartLossSM, a smartphone-based weight loss intervention: Results from a randomized controlled trial. *Obesity.* 2015;23(5):935–42.
30. Attwood S, Parke H, Larsen J, Morton KL. Using a mobile health application to reduce alcohol consumption: a mixed-methods evaluation of the drinkaware track & calculate units application. *BMC Public Health.* 2017;17(1):1–21.
31. Garnett C, Crane D, West R, Brown J, Michie S. Identification of Behavior Change Techniques and Engagement Strategies to Design a Smartphone App to Reduce Alcohol Consumption Using a Formal Consensus Method. *JMIR mHealth uHealth* [Internet]. 2015;3(2):e73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26123578> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4526967>
32. Winslow BD, Chadderdon GL, Dechmerowski SJ, Jones DL, Kalkstein S, Greene JL, et al. Development and clinical evaluation of an mHealth application for stress management. *Front Psychiatry.* 2016;7(JUL).
33. Whittaker R, Stasiak K, McDowell H, Doherty I, Shepherd M, Chua S, et al. MEMO: an mHealth intervention to prevent the onset of depression in adolescents: a double-blind, randomised, placebo-controlled trial. *J Child Psychol Psychiatry Allied Discip.* 2017;58(9):1014–22.
34. Chan PH, Wong CK, Pun L, Wong YF, Wong MMY, Chu DWS, et al. Head-to-head comparison of the AliveCor heart monitor and Microlife WatchBP Office AFIB for atrial fibrillation screening in a primary care setting. *Circulation.* 2017;135(1):110–2.
35. Halcox JPJ, Wareham K, Cardew A, Gilmore M, Barry JP, Phillips C, et al. Assessment of remote heart rhythm sampling using the AliveCor heart monitor to

- screen for atrial fibrillation the REHEARSE-AF study. *Circulation*. 2017;136(19):1784–94.
36. Garabelli P, Stavrakis S, Po S. Smartphone-based arrhythmia monitoring. *Curr Opin Cardiol*. 2017;32(1):53–7.
 37. White RD, Flaker G. Smartphone-based arrhythmia detection: Should we encourage patients to use the ECG in their pocket? *J Atr Fibrillation*. 2017;9(6):1–4.
 38. Lees KR, Bluhmki E, von Kummer R, Brodt TG, Toni D, Grotta JC, et al. Time to treatment with intravenous alteplase and outcome in stroke: an updated pooled analysis of ECASS, ATLANTIS, NINDS, and EPITHET trials. *Lancet*. 2010;375(9727):1695–703.
 39. Wang S, Lee SB, Pardue C, Ramsingh D, Waller J, Gross H, et al. Remote Evaluation of Acute Ischemic Stroke. *Stroke*. 2003;34(10).
 40. Demaerschalk BM, Vegunta S, Vargas BB, Wu Q, Channer DD, Hentz JG. Reliability of real-time video smartphone for assessing national institutes of health stroke scale scores in acute stroke patients. *Stroke*. 2012;43(12):3271–7.
 41. Demaerschalk BM, Vargas JE, Channer DD, Noble BN, Kiernan TEJ, Gleason EA, et al. Smartphone teleradiology application is successfully incorporated into a telestroke network environment. *Stroke*. 2012;43(11):3098–101.
 42. V. P, U. B, I. D, A. K, M. W, H. H, et al. Reliability of brain CT evaluation by stroke neurologists in telemedicine. *Neurology*. 2013;80(4):332–8.
 43. Nguyen-Huynh MN, Klingman JG, Avins AL, Rao VA, Eaton A, Bhopale S, et al. Novel telestroke program improves thrombolysis for acute stroke across 21 hospitals of an integrated healthcare system. *Stroke*. 2018;49(1):133–9.
 44. Hess DC, Audebert HJ. The history and future of telestroke. *Nat Rev Neurol* [Internet]. 2013;9(6):340–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrneurol.2013.86>
 45. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S, et al. Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology*. 2017.

46. Lee E-J, Kim Y-H, Kim N, Kang D-W. Deep into the Brain: Artificial Intelligence in Stroke Imaging. *J Stroke* [Internet]. 2017 Sep 30;19(3):277–85. Available from: <http://j-stroke.org/journal/view.php?doi=10.5853/jos.2017.02054>
47. Somashekhar SP, Sepúlveda MJ, Puglielli S, Norden AD, Shortliffe EH, Rohit Kumar C, et al. Watson for Oncology and breast cancer treatment recommendations: Agreement with an expert multidisciplinary tumor board. *Ann Oncol*. 2018;29(2):418–23.
48. Prevedello LM, Erdal BS, Ryu JL, Little KJ, Demirer M, Qian S, et al. Automated Critical Test Findings Identification and Online Notification System Using Artificial Intelligence in Imaging. *Radiology*. 2017;285(3):923–31.

7 ŽIVOTOPIS

Rođen sam 17.9.1994. godine u Zagrebu. Osnovnu školu „OŠ Poreč“ završavam u Poreču, a potom opću gimnaziju „Gimnazija i strukovna škola Jurja Dobrile Pazin“ u Pazinu.

U akademskoj godini 2013./2014. upisujem Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Od 2016. – 2018. godine bio sam demonstrator na Katedri za patofiziologiju.

Aktivno se služim engleskim jezikom, a talijanski jezik poznajem na razini osnovnog sporazumijevanja.