Razlike u mjerenjima brzine otkucaja srca te broja učinjenih koraka mjerenih usporedo skupim i jeftinim pametnim satom

Petričević, Marija

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Medicine Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:152:631085

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Medicine Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINSKO LABORATORIJSKA DIJAGNOSTIKA

Marija Petričević

RAZLIKE U MJERENJIMA BRZINE OTKUCAJA SRCA TE BROJA UČINJENIH KORAKA MJERENIH USPOREDO SKUPIM I JEFTINIM PAMETNIM SATOM

Završni rad

Osijek, 2021.

Rad je ostvaren na Medicinskom fakultetu Osijek na Katedri za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku.

Mentor rada: doc. dr. sc. Krešimir Šolić, dipl. ing. el.

Rad ima 21 list i 6 slika.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. CILJEVI 4
3. MATERIJAL I METODE 5
   3.1. Ustroj studije 5
   3.2. Materijal 5
   3.3. Metode 5
   3.4. Statističke metode 7
4. REZULTATI 8
5. RASPRAVA 12
6. ZAKLJUČAK 16
7. SAŽETAK 17
8. SUMMARY 18
9. LITERATURA 19
10. ŽIVOTOPIS 21

1. UVOD

Suvremena medicinska dijagnostika svakodnevno razvija nove ideje i sustave, koristeći tehnologiju i znanstveni napredak, u svrhu poboljšanja kvalitete zdravlja pojedinca i cjelokupne populacije. Tehnološka postignuća i razvoj pametnih uređaja uvelike su utjecali na osviještenost i olakšanje brige pojedinca o vlastitom zdravlju. Jedan od uređaja koji pruža mogućnost samostalnog praćenja za zdravlje korisnih čimbenika, zasigurno je i pametni sat. Ovisno o složenosti, kvaliteti, a samim time i cijeni, pametni satovi imaju razne funkcije te mjere brojne parametre. Primjerice, gotovo svaki pametni sat može izmjeriti brzinu otkucaja srca ili broj učinjenih koraka. Korištenjem vlastitog uređaja, pacijent primjerice može pristupiti podatcima koji mogu biti vrlo korisni u praćenju zdravstvenog stanja, ali i prevenciji progresije bolesti te tako na vrijeme zatražiti liječničku pomoć ukoliko je potrebno, ili u jednostavnijem slučaju, poboljšati kvalitetu života mijenjanjem loših životnih navika. Korisnost pametnih satova nesumnjivo je višestruka, no nameće se pitanje o točnosti i relevantnosti takvih mjerenja, kao i o postojanju razlika između mjerenja skupljim i jeftinijim pametnim satom.

Puls dolazi od latinske riječi *pulsus* što znači udaranje, a predstavlja ritmično širenje arterija izazvano tlačnim valom kojim lijeva srčana klijetka u njih ubacuje krv, prilikom svake sistole (1). Jedan je od vitalnih znakova i važan je pokazatelj zdravstvenog stanja. Puls je opipljiv na mjestima gdje su arterije pristupačne dodiru, primjerice na donjem dijelu podlaktice uz palčanu kost (1). Broj otkucaja srca u jednoj minuti predstavlja srčanu frekvenciju (2). Normalan broj srčanih otkucaja kreće se između 60 i 100 otkucaja u minuti (3). Nepravilan ritam rada srca naziva se aritmija. U slučajevima aritmije, srce se ne kontrahira u pravilnim vremenskim razmacima, što se također odrazi i neujednačenim pulsom (2). Varijabilnost srčanog ritma od velike je važnosti za prognoziranje stanja pacijenta sa srčanim problemima (4). Senzori za određivanje brzine otkucaja srca u pametnim satovima, koriste fotoelektričnu pletizmografiju (5). Fotoelektrična pletizmografija, skraćeno fotopletizmografija, neinvazivna je optička metoda koja se zasniva na mjerenju razlike intenziteta infracrvene zrake koja prolazi kroz kožu i tkivo, pomoću fotodetektora (4). Koristeći snop svjetlosti i senzore osjetljive na svjetlost u pametnom satu, promjene u volumenu krvi koja prolazi donjim dijelom podlaktice, uzrokovane pulsom, mjere se kako bi se proizveo signal koji se koristi za procjenu srčanog ritma (5). Dobiveni signal iz fotodetektora, proporcionalan je promjeni volumena krvnih žila (4). Tehnologija temeljena na fotoelektričnoj pletizmografiji koristi se u širokom rasponu komercijalno dostupnih uređaja korisnih u medicinskoj dijagnostici, a obuhvaća uređaje za

mjerenje zasićenosti krvi kisikom, mjerenje krvnog tlaka i minutnog volumena srca kao i za detekciju perifernih vaskularnih bolesti. Mjereći otkucaje srca u mirovanju, tehnologija pametnih satova može biti vrlo korisna u detekciji fibrilacije atrija, najčešće aritmije u ljudskoj populaciji (5).

Manjak fizičke aktivnosti uzrokuje brojne probleme ljudima različitih uzrasta. Sve češća je potreba za promjenom sjedilačkog načina života, pa tako i za praćenjem te promjene i osobnog napretka. Iako je u današnje vrijeme česti uzrok fizičke neaktivnosti pretjerano provođenje vremena uz tehnologiju, upravo uz njenu pomoć problemi neaktivnosti mogu se lakše riješiti. Tehnologija pametnih satova donijela je brojne mogućnosti praćenja fizičkih aktivnosti, između ostalog i brojanje učinjenih koraka te druge funkcije koje mogu pozitivno utjecati na očuvanje zdravlja. Sve se češće provode studije o uporabi pametnih satova i točnosti mjerenja između više različitih modela, kako bi se prednosti ovih uređaja uspješno iskoristile u terapiji, samostalnom praćenju zdravstvenog stanja ili prezentiranja prikupljenih podataka vlastitom liječniku. Jedno od istraživanja točnosti mjerenja broja učinjenih koraka, proveo je tim stručnjaka sa Sveučilišta u UK. Analizirali su učinjeni broj koraka normalnim i sporim tempom, hodanjem dvadeset zdravih sudionika (7). Rezultati su odražavali visok stupanj točnosti za broj učinjenih koraka na ravnoj površini, ali za kretanje po stepenicama ipak su bili netočni (7). Za brojanje koraka, pametni satovi najčešće koriste akcelerometar s tri osi (8). Akcelerometar uz posebne algoritme za analizu omogućuje softveru informaciju u kojem je pravcu okrenut uređaj, a kao što naziv asocira, mjeri promjenu brzine u jedinici mjerenja (9). Osim akcelerometra, oprema koju koriste pametni satovi i drugi uređaji za praćenje tjelesne aktivnosti obuhvaća žiroskope, kompase, GPS, barometarske visinomjere te druge sastavnice senzora (10). Žiroskop primjerice, potencijalno može poboljšati točnost mjerenja uređaja, mjereći gravitacijsko ubrzanje, orijentaciju i kutnu brzinu te tako bolje procijeniti koju vrstu aktivnosti osoba obavlja (11). Akcelerometar, žiroskop i kompas mogu biti tri odvojena dijela opreme ili se mogu kombinirati u zajednički senzor pokreta (10).

Laboratorijski rad često zahtijeva provjeru usporedivosti metoda. Statistička je provjera usporedivosti metoda potrebna kod paralelne upotrebe više analitičkih sustava ili pri promjeni metode (12). Statistički postupci koji se najčešće primjenjuju su Passing Bablokova regresija, Demingova regresijska analiza i Bland-Altmanova analiza, koje procjenjuju statističku značajnost odstupanja između metoda (12). „Passing-Bablok regresija statistički je postupak koji omogućuje provjeru podudarnosti dviju analitičkih metoda te prisutnost sustavne razlike u mjerenju među njima“ (13). Ova regresijska analiza tip je linearne regresije u kojoj nema

zavisne i nezavisne varijable, a preduvjeti za izvođenje su numeričke varijable koje su međusobno u linearnom odnosu (12). Rezultati se prikazuju u koordinatnom sustavu, na os x nanose se vrijednosti jedne metode, a na os y rezultati druge metode. Rezultat Passing-Bablokove regresijske metode regresijski je pravac s pripadajućim intervalima pouzdanosti (12). Intervali pouzdanosti identificiraju konstantno ili proporcionalno odstupanje između metoda, odnosno služe za procjenu točnosti rezultata (13). Konstantno odstupanje predstavlja matematički otklon između metoda, koji je jednak u svim koncentracijskim područjima te odgovara iznosu odsječka na osi y, dok proporcionalno odstupanje predstavlja matematički otklon koji je ovisan o veličini koncentracijskog područja i odgovara koeficijentu smjera pravca, odnosno tangensu kuta što ga pravac zatvara s osi x (12). Regresijska jednadžba pravca glasi $y = a + bx$, gdje oznaka a govori o konstantnom odstupanju, dok oznaka b govori o proporcionalnom odstupanju te se uz svaki taj koeficijent regresijske jednadžbe prikazuje odgovarajući interval pouzdanosti. U literaturi se najčešće koristi 95 %-tni interval pouzdanosti, koji je povezan s razinom statističke značajnosti $P < 0,05$ (14). P vrijednost označava vjerojatnost s kojom je moguće da se uočena razlika dogodila slučajno, dok interval pouzdanosti označava granice unutar kojih je moguće očekivati vrijednost te razlike. U Passing-Bablok regresijskoj analizi, ukoliko 95 %-tni interval pouzdanosti odsječka na osi y ne obuhvaća 0, odnosno obje granice intervala su manje ili veće od nule, prisutno je statistički značajno konstantno odstupanje između metoda te ako 95%-tni interval pouzdanosti koeficijenta smjera pravca ne obuhvaća 1, odnosno obje granice su manje ili veće od broja jedan, prisutno je statistički značajno proporcionalno odstupanje između metoda (12). Kako je uvjet za korištenje Passing-Bablokove regresijske analize linearni odnos između dvije ispitivane varijable, potrebno je ispitati linearnost Cusumovim testom. Ukoliko P vrijednost dobivena Cusumovim testom linearnosti iznosi manje od 0,05 postoji značajna razlika u linearnosti između dvije metode (13), što daje zaključak da nije zadovoljen uvjet za korištenje Passing-Bablok regresijske analize.

Pomoću Passing-Bablok regresijske analize, moguće je ispitati razliku u mjerenjima otkucaja srca i broja učinjenih koraka, između dva pametna sata, što bi dalo odgovor na pitanje o razini pouzdanosti pametnih satova koji se mogu koristiti kao neprofesionalni uređaji za pomoć pri samostalnom praćenju zdravstvenog stanja. U ovom istraživanju želi se ispitati postoji li razlika između mjerenja skupim i jeftinim pametnom satom, iz čega bi se moglo zaključiti kolika je opreznost potrebna pri shvaćanju i interpretaciji dobivenih podataka takvim mjernim uređajima, u svrhu informiranja o vlastitom zdravlju.

2. CILJEVI

Cilj istraživanja je ispitati razliku između mjerenja brzine otkucaja srca te broja učinjenih koraka, mjerenih istovremeno skupim i jeftinim pametnim satom, uz analizu prikupljenih podataka statističkom Passing-Bablok metodom.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Ustroj studije

Ovo istraživanje provedeno je u obliku presječne studije.

3.2. Materijal

Mjerenja su izvršena samostalno, od strane studentice, radi trenutne situacije s pandemijom COVID-19 i ograničenosti kretanja te socijalnih kontakata. Minimalni je broj mjerenja za Passing-Bablok metodu 50 parova mjerenja na dva različita mjerna uređaja, odnosno dva pametna sata. Napravljeno je 56 parova mjerenja, usporednim praćenjem rezultata na svakom pametnom satu. Jedan sat bio je postavljan na lijevu ruku, drugi na desnu, s povremenim premještanjem.

3.3. Metode

Brzina otkucaja srca te broj učinjenih koraka mjereni su usporedo s dva različita pametna sata, od kojih je jedan skupi, drugi jeftini. Jedan sat bio je postavljan na lijevu ruku, drugi na desnu, s povremenim premještanjem. Premještanje satova radilo se zbog smanjenja eventualne razlike, iako takva razlika nije bila očekivana. Mjerenja broja učinjenih koraka rađena su pri različitim aktivnostima, od lagane šetnje do trčanja. Trajanje aktivnosti bilo je različito, kao i vrijeme izvođenja. Oba sata u isto bi vrijeme bila pokrenuta te bi se tada započela aktivnost. Svaki sat kompatibilan je s odgovarajućom aplikacijom koja bi prikupljala i analizirala podatke. Pametni satovi su za povezivanje s aplikacijama koristili Bluetooth, a za točnije praćenje lokacije i rute, GPS. Nakon dolaska na zamišljeni cilj, pojedino mjerenje bilo bi prekinuto te bi se zapisao trenutni rezultat. Mjerenja su tako rađena u više navrata, pri vanjskim aktivnostima koje su obuhvaćale ranije navedene kretnje. Kretnje su maksimalno pokušavane biti svedene na jednako pomicanje obje ruke, radi senzora u satovima i njihove mogućnosti pretvaranja zamaha rukom u korak. Broj otkucaja srca mjeren je nakon završetka hodanja, u mirovanju ili nakon tjelovježbe i različitih fizičkih napora. Pokretanje mjerenja pulsa bilo bi napravljeno na svakom pojedinom satu te bi ostatak minute bio proveden u mirovanju, dok satovi ne pokažu konačni broj otkucaja. Sat je pri svakom mjerenju bio učvršćen uz ruku, kako bi se smanjio utjecaj vanjskog svjetla na senzore za mehanizam mjerenja pulsa. Kao jeftini pametni sat korišten je meanIT M7 (Slika1.), s aplikacijom Lefun Health, a kao skupi Amazfit GTR 2 (Slika 2.), s aplikacijom Zepp. Okvirna cijena jeftinijeg sata iznosila je oko 150 kn, a skupljeg oko 1500 kn.

Slika 1. Pametni sat meanIT M7 *(vlastiti izvor)*

Slika 2. Pametni sat Amazfit GTR 2 *(vlastiti izvor)*

3.4. Statističke metode

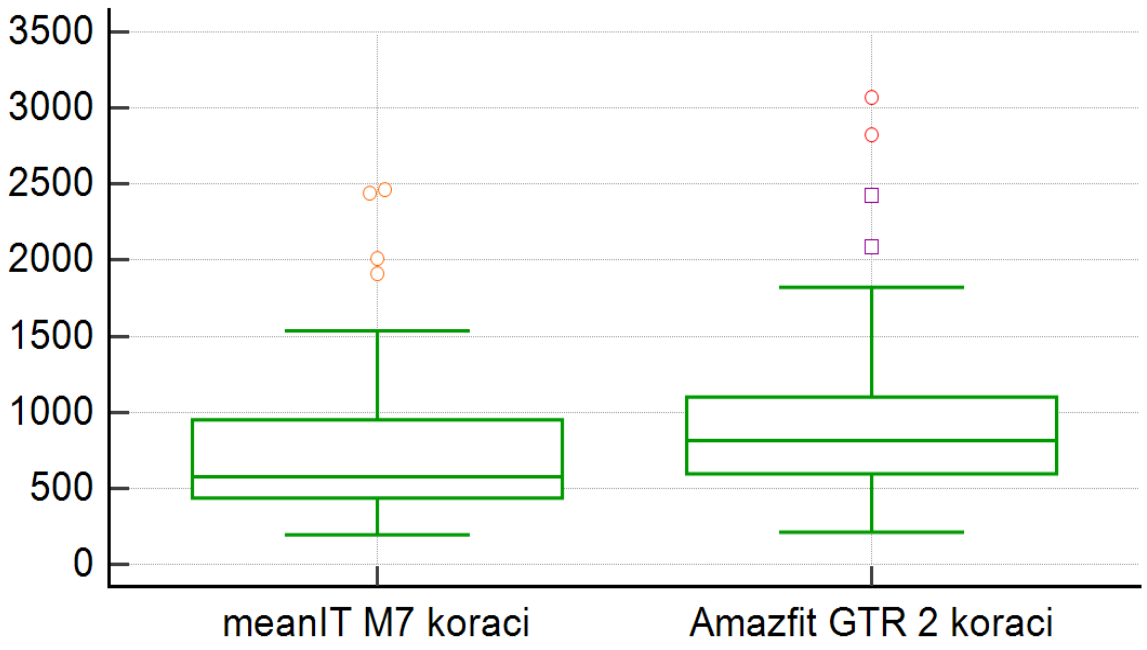
Izmjerene numeričke varijable prikazane su aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom ili medijanom i interkvartilnim rasponom, ovisno o normalnosti distribucije. Mjerenja su bila zavisna i stoga je korišten neparametrijski Wilcoxonov test sume rangova. Za usporedbu mjerenja korištena je Passing-Bablok regresijska metoda te za dodatnu kontrolu Spearmanov test korelacije. Rezultati su prikazani opisno te u grafikonima, a za statističku analizu korišten je program MedCalc (inačica 19.3., MedCalc Software bvba, Ostend, Belgija). Statistička značajnost postavljena je na 0,05, a sve P vrijednosti su dvostrane.

4. REZULTATI

U svrhu izrade ovog rada napravljeno je 56 parova mjerenja s pomoću dva pametna sata. Amazfit GTR 2 u ulozi skupog i meanIT M7 u ulozi jeftinog pametnog sata. Napravljen je niz mjerenja na istom ispitaniku, u različitim navratima te vezano za broj učinjenih koraka, različitom duljinom prijeđenog puta.

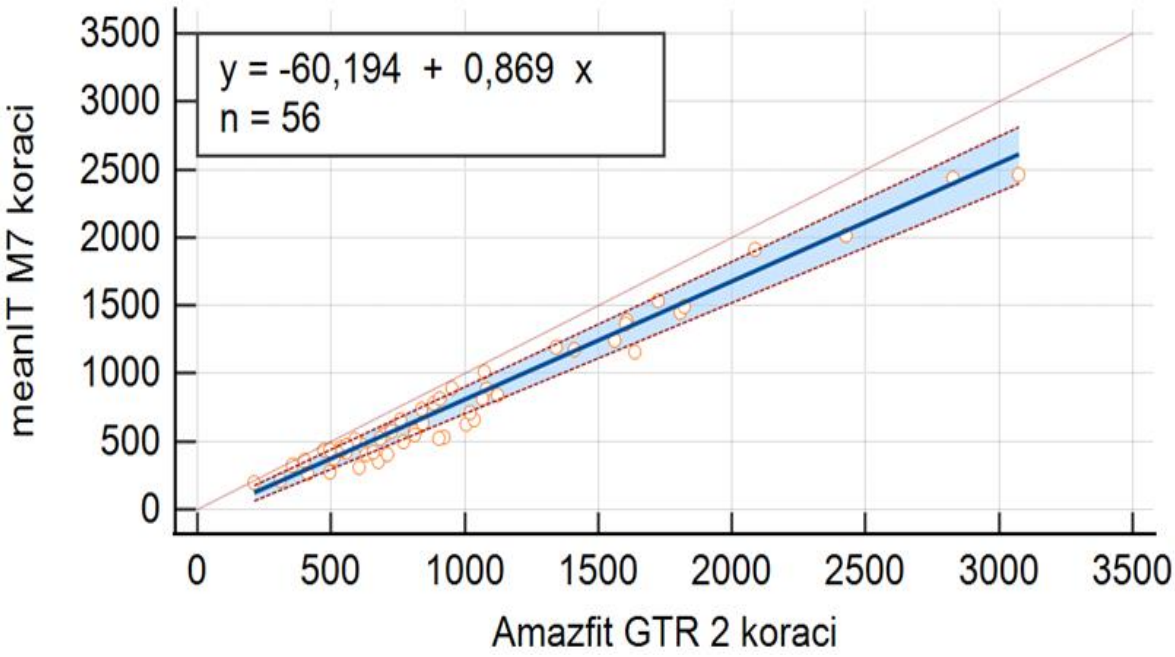
Prvotno je napravljeno probno mjerenje, radi dobivanja preliminarnog uvida u točnost samih uređaja. Na 100 metara puta, samostalno izbrojani broj koraka bio je 123, dok je pametni sat meanIT M7 izmjerio 115, a Amazfit GTR 2, 132 koraka. Samostalno izmjereni broj otkucaja srca u minuti iznosio je 70, dok je istovremeno izmjereni broj otkucaja srca na jeftinijem satu bio 67, a na skupljem 68.

Analiza je pokazala značajnu razliku između mjerenja broja koraka s dva različita pametna sata (Wilcoxonov Test, $P < 0{,}001$), odnosno Amazfit GTR 2 pokazuje u prosjeku značajno više koraka (Slika 3).



Slika 3. Distribucija izmjerenih vrijednosti broja koraka pametnim satovima.

Rezultati Passing-Bablok regresijske analize prikazani su grafički (Slika 4). Cusumov test pokazao je da nema značajnog odstupanja od linearnosti (P = 0,93), što zadovoljava uvjet za korištenje Passing-Bablok regresije.



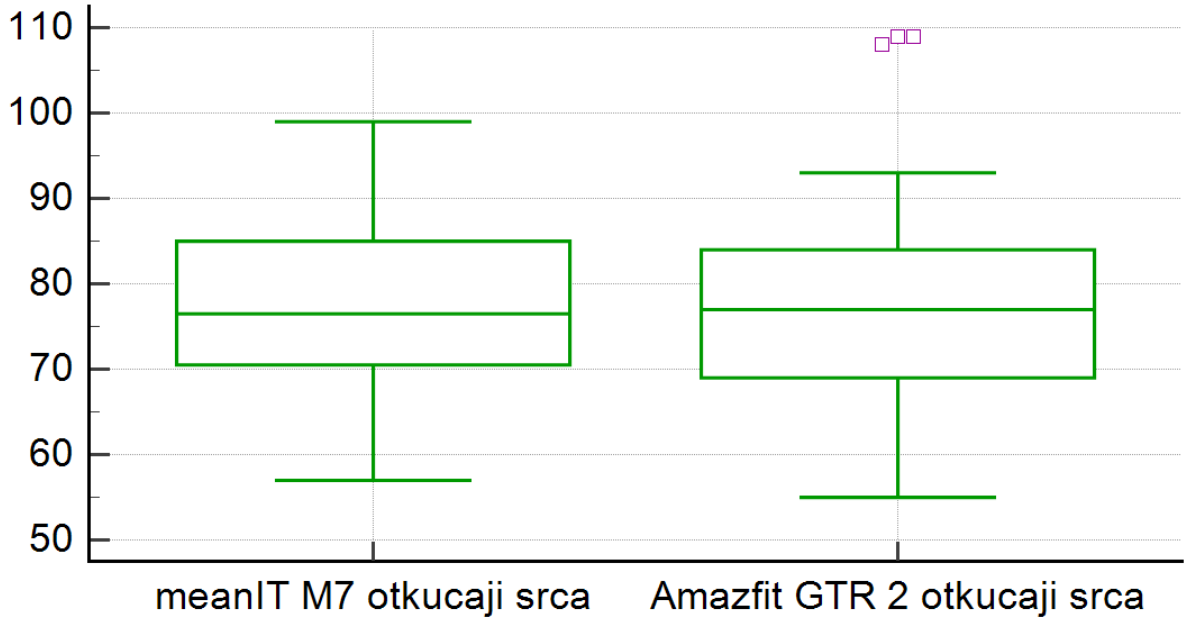
Slika 4. Grafički prikaz rezultata Passing-Bablok regresijske metode

Spearmanov test korelacije (Koeficijent korelacije, Rho = 0,95) pokazuje visoku, pozitivnu i statistički značajnu povezanost između mjerenja pametnim satom meanIT M7 i Amazfit GTR 2, s 95 %-tnim intervalom pouzdanosti od 0,919 do 0,972 uz P < 0,001.

Provjerom intervala pouzdanosti za odsječak na osi y, uočava se prisutnost konstantnog odstupanja, jer vrijednost 95% CI ne obuhvaća 0. Prisutno je statistički značajno odstupanje između mjerenja dvije navedene metode. Pri mjerenju viših vrijednosti, razlika se povećava. Kako 95 %-tni interval pouzdanosti koeficijenta smjera pravca ne obuhvaća 1, prisutno je također statistički značajno proporcionalno odstupanje između metoda. Regresijska linija ukazuje na postojanje otklona između regresijskog pravca i linije identiteta te se otklon povećava mjerenjem viših vrijednosti broja koraka (Slika 4.). Razlika mjerenja u medijanima iznosi 238, dok razlika u aritmetičkim sredinama iznosi 210,5 koraka.

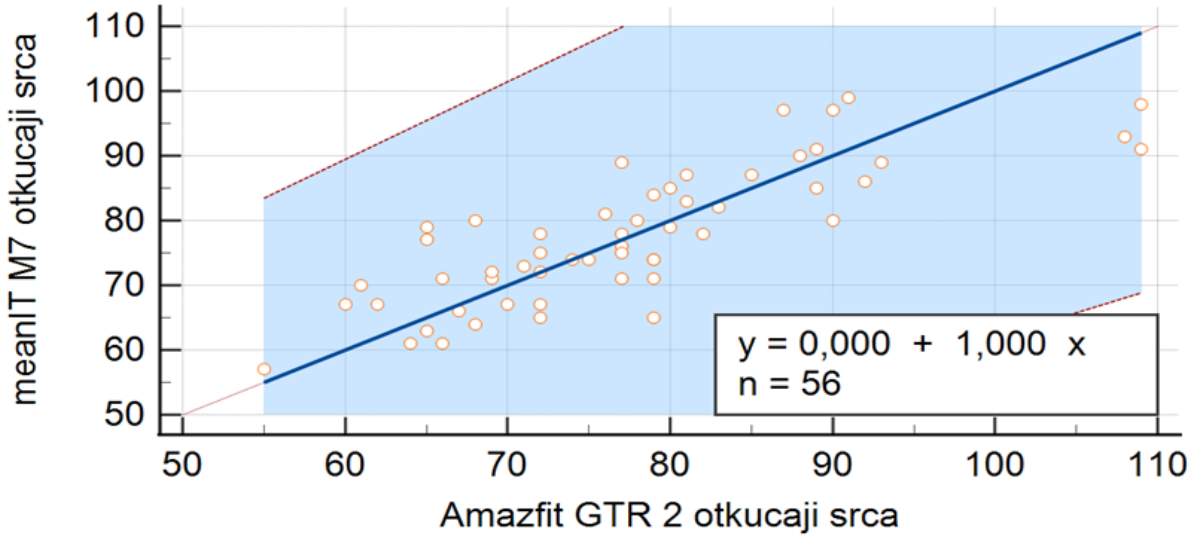
Uočava se statistički značajna razlika u mjerenjima broja koraka, između skupog i jeftinog pametnog sata.

Analiza nije pokazala značajnu razliku između mjerenja brzine otkucaja srca meanit M7 i Amazfit GTR 2 pametnih satova [Wilcoxonov Test, P = 0,95 (Slika 5)].



Slika 5. Distribucija izmjerenih vrijednosti brzine otkucaja srca pametnim satovima

Rezultati Passing-Bablok regresijske analize, za ispitivanje razlike mjerenja brzine otkucaja srca između dva pametna sata, prikazani su grafički (Slika 6). Zadovoljen je uvjet za korištenje Passing-Bablok regresije, tako što je provjerena linearnost Cusumovim testom. Cusumov test dao je podatke da nema značajnog odstupanja u linearnom odnosu između mjerenja brzine otkucaja srca pomoću dva pametna sata (P = 0,92).



Slika 6. Grafički prikaz rezultata Passing-Bablok regresijske metode

Spearmanov test korelacije prikazuje da postoji statistički značajna povezanost između mjerenja brzine otkucaja srca pametnim satom meanIT M7 i Amazfit GTR 2. Koeficijent korelacije iznosi 0,767. Interval pouzdanosti obuhvaća raspon između 0,632 i 0,857 (P < 0,001).

95 %-tni interval pouzdanosti odsječka na osi y obuhvaća 0, što znači da ne postoji statistički značajno konstantno odstupanje između metoda. 95 %-tni interval pouzdanosti koeficijenta smjera pravca obuhvaća 1, stoga možemo zaključiti da ne postoji statistički značajno proporcionalno odstupanje između metoda.

Ne uočava se statistički značajno konstantno i proporcionalno odstupanje u mjerenju brzine otkucaja srca između jeftinog meanIT M7 i skupog Amazfit GTR 2 pametnog sata.

5. RASPRAVA

Iako davno predstavljeni, pametni satovi u današnje doba još uvijek su dio moderne tehnologije i kao takvi pronalaze svoje mjesto u široj primjeni. Mobilnost, jednostavnost rukovanja i brojne funkcije koje svakodnevne radnje čine zanimljivijima i jednostavnijima, samo su neke od značajki zašto pametni satovi postaju sve popularniji. Tržište je s vremenom prihvaćalo sve više različitih pametnih uređaja, s razlikama u cijeni, sadržaju, mogućnostima i kvaliteti. Iako se u opisima većine pametnih satova naglašava da to nisu profesionalni medicinski uređaji, ispituje se povezanost njihovih mjerenja s profesionalnim uređajima, primjerice u praćenju srčanog ritma, kao i različitosti izvedenih podataka iz pametnih satova različitih modela i proizvođača. Tako je ovo istraživanje bilo provedeno u svrhu ispitivanja razlike između dva nova pametna sata, od kojih je jedan bio skupi, drugi jeftini. Ispitivala se razlika u mjerenju brzine otkucaja srca te u mjerenju broja učinjenih koraka, a dobivene vrijednosti analizirane su Passing-Bablok regresijskom metodom.

Ovim istraživanjem potvrđeno je da postoji razlika u mjerenjima dva pametna sata, a veličina razlike ovisi o kojoj se ispitivanoj funkciji sata radilo. Mjerenja su odrađena na jednom ispitaniku, s po jednim satom na svakoj ruci. Probnim mjerenjem meanIT M7, pametni sat koji je ispitivan kao jeftini uređaj, pokazao je manji broj odrađenih koraka od samostalnog brojanja ispitanika. Amazfit GTR 2, korišten kao skupi pametni sat, pokazao je veći broj izbrojanih koraka od meanIT M7 sata, a tako i brojanja od strane ispitanika. Nastavak istraživanja razlike u broju koraka, odvijao se samo između dva pametna sata, na kraćim i dužim relacijama. Dobivenim rezultatima, potvrđeno je da postoji razlika, kao i da Amazfit GTR 2 mjeri značajno veći broj učinjenih koraka nego što ih izmjeri meanIT M7 (Wilcoxonov test, $P < 0{,}001$). Iako razlika postoji, treba ju potvrditi, za što je sigurnija Passing-Bablok regresijska metoda. Za ovu metodu bilo je potrebno zadovoljiti uvjete da su varijable numeričke, što jesu, kao i da su te varijable međusobno u linearnom odnosu. Cusumovim testom potvrđena je linearnost. Bez obzira na razliku u mjerenju broja koraka, oba pametna sata detektiraju pomak i bilježe povećani broj koraka. Spearmanov test korelacije pokazao je statistički značajan stupanj korelacije između dvije metode, stoga se primjerice poznavanjem jedne varijable, odnosno vrijednosti mjerenja jednim pametnim satom, može predvidjeti iznos druge varijable, vrijednosti mjerenja drugim pametnim satom. Iz regresijskog pravca vidjelo se da postoji odstupanje, jer je vrijednost na odsječku y različita od 0, kao i koeficijent smjera pravca koji je različit od 1, iako je u približnoj vrijednosti od 0, 869. Vidljivo je statistički značajno

proporcionalno odstupanje između dvije metode. Povećanjem broja učinjenih koraka, povećava se i razlika u mjerenjima. U medijanima razlika iznosi 238 koraka, dok u aritmetičkim sredinama iznosi 210,5 koraka. Analizom rezultata Passing-Bablok regresije, može se zaključiti da postoji odstupanje između mjerenja skupim Amazfit GTR 2 i jeftinim meanIT M7 pametnim satom te da meanit M7 u prosjeku mjeri 238 koraka manje. Kako su praćenje broja učinjenih koraka i procjena opće aktivnosti pojedinca prilično vrijedne informacije ne samo za zdrave pojedince već i za osobe s poteškoćama ili osobe u oporavku od ozljede, provođene su studije o funkcionalnosti i točnosti mjerenja različitih nosivih uređaja, pa tako i pametnih satova. Tako je provedeno ispitivanje razlike između mjerenja tzv. brojača koraka, s principom obrade podataka iz akcelerometra, izmjerenih pametnim satom i dva komercijalna brojača koraka, također ugrađenih u pametni sat. Prvi opisani, nazvan ADAM, prema aplikaciji, specijaliziran je za mjerenje broja koraka u uvjetima sporog i isprekidanog kretanja (15). Istraživanje je provedeno na više ispitanika, a rezultati su pokazali veliku sličnost u mjerenjima tri uređaja, pri dugim, neprekinutim šetnjama, no pri sporim i isprekidanim šetnjama, pametni sat specijaliziran za takve uvjete mjeri znatno točnije, s pogreškom od 5 %, što je znatno manje od 20 - 30 % pogreške preostala dva uređaja (15). Studija spomenuta u uvodu ovog rada, detektirala je znatne pogreške pri mjerenju broja koraka učinjenih kretanjem stubama, dok je visoka točnost zabilježena kretanjem po ravnoj površini (7). Vidljivo je da su objavljeni različiti rezultati različitih studija, ali ipak s relevantnim rezultatima za ranije određene funkcije pametnih satova, primjerice za sporo i uravnoteženo kretanje. Ako mogućnosti pojedinca to dozvoljavaju, može se pronaći dovoljno kvalitetan pametni sat, ovisno o potrebnoj funkciji. U ovom završnom radu, pokazalo se da postoji razlika u kvaliteti mjerenja skupim i jeftinim pametnim satom, ali kako bi se potvrdilo čije je mjerenje točnije, bilo bi dobro provesti dodatno istraživanje s profesionalnim uređajem kao kontrolom.

Što se tiče mjerenja brzine otkucaja srca, probnim mjerenjem dobivene su slične vrijednosti, s razlikom od dva otkucaja za skupi sat i tri otkucaja za jeftini sat, u odnosu na samostalno izbrojane otkucaje srca. Analizirani rezultati istraživanja nisu pokazali značajnu razliku između mjerenja brzine otkucaja srca jeftinog meanit M7 i skupog Amazfit GTR 2 pametnog sata (Wilcoxonov Test, P = 0,95). Cusumovim testom linearnosti provjeren je i ispunjen uvjet za korištenje Passing-Bablok metode. Gledajući jednadžbu regresijskog pravca $y = a + b\,x$, u ovom slučaju $y = 0{,}000 + 1{,}000\,x$, odsječak na osi y obuhvaća 0, što je zapravo idealna vrijednost kao i 1 za koeficijent smjera pravca, a iz tog zaključujemo da nema konstantnog i proporcionalnog odstupanja između mjerenja meanIT M7 i Amazfit GTR 2 pametnim satom. Spearmanov test

korelacije pokazao je da postoji statistički značajna povezanost između mjerenja brzine otkucaja srca pametnim satom meanIT M7 i Amazfit GTR 2 (P < 0, 001). Visok je stupanj podudarnosti između varijable koju predstavlja meanIT M7 i varijable koju predstavlja Amazfit GTR 2. Kada je u pitanju mjerenje brzine otkucaja srca, meanIT M7 ne radi značajnu razliku mjerenja u odnosu na Amazfit GTR 2 i obrnuto. Rezultati istraživanja razlike u mjerenju brzine otkucaja srca između skupljeg Amazfit GTR 2 i jeftinijeg meanIT M7 pametnog sata, upućuju da cijena uređaja ne mora nužno odrediti i kvalitetu. Jeftiniji sat pokazao se kao dosljedan u ovoj vrsti mjerenja te nije pokazivao značajne razlike u odnosu na skuplji sat. Nadziranje srčanog ritma pomoću pametnih satova, moglo bi igrati važnu ulogu u bliskoj budućnosti, jer suradnjom stručnjaka iz interdisciplinarnih područja ovakva vrsta tehnologije može znatno napredovati. Sve se češće provode istraživanja gdje se ispituje razlika između profesionalnog i neprofesionalnog uređaja, gdje je neprofesionalni uređaj upravo pametni sat koji mjeri parametre važne za fiziologiju i održavanje homeostaze ljudskog tijela. Sve to u svrhu približavanja tehnologije širem krugu ljudi, različitih dobnih skupina, za pomoć pri vođenju brige o zdravlju, za detekciju pogoršanog stanja kronične bolesti, aritmija i sličnih nepravilnosti. Zanimljivo istraživanje proveli su studenti i profesor s Tehničkog veleučilišta u Zagrebu, gdje su proučavali točnost senzora srčanog ritma kod pametnih satova, s pretpostavkom da se senzori u pametnim satovima uvelike razlikuju od profesionalnih uređaja koji su puno skuplji i složeniji (4). Rezultati koje su dobili uputili su na zaključak da su senzori u korištenim pametnim satovima sukladni profesionalnom mjernom uređaju (4). Naravno, treba uzeti u obzir da bi neki drugi model možda pokazao drugačije rezultate, ali to se može saznati samo usporedbom s kontrolnim validiranim uređajem. Također, prilikom mjerenja potrebno je paziti na ispravnost tehnike, jer i male pogreške mogu dovesti do promjene podataka koje će pametni sat prikazati. Pametni sat trebao bi biti sigurno učvršćen na mjestu, kako bi se minimalizirali artefakti koji mogu nastati pomicanjem fotopletizmografske sonde po tkivu, primjerice artefakt nastao interferencijom ambijentalnog svjetla (6). Jedno je istraživanje u ispitivanju četiri pametna sata, s kontrolom profesionalnog uređaja za mjerenje srčane aktivnosti, dobilo rezultate gdje ipak nijedan pametni sat nije pokazao točnost kao profesionalni uređaj, ali primijetila se puno veća učinkovitost mjerenja u mirovanju, a smanjila se prilikom fizičke aktivnosti (16).

Upotreba pametnih satova ima veliki potencijal za korištenje u budućnosti, posebno u praćenju stanja pacijenata s aritmijom ili rizikom od kardiovaskularnih bolesti. Pametni satovi dostupni su široj populaciji, daju mogućnost samostalne analize i prikupljanja podataka o zdravstvenom

stanju. Velika prednost je njihova mobilnost i jednostavnost korištenja. U novije vrijeme, potiče se rasterećenje zdravstvenih ustanova, kao i poticanje o skrbi starih i bolesnih u obiteljskoj zajednici. Primjer nam je donijela pandemija COVID – 19, gdje je došlo do naglog otkazivanja pregleda i dolaska pacijenata u zdravstvene ustanove. Veliki je oslonac stavljen na tehnologiju te poticaj na telemedicinu. Nosivi uređaji poput pametnih satova, u budućnosti mogu igrati značajnu ulogu u samostalnom praćenju zdravstvenih parametara. Kao što su rezultati istraživanja ovog završnog rada pokazali, pametni uređaji razlikuju se ovisno o cijeni i složenosti, ali ponajprije odabranoj funkciji, jer svaki uređaj ima svoje prednosti i nedostatke, što ne mora određivati samo cijena. Tako su mjerenja broja učinjenih koraka bila prilično različita, odstupajuća, uspoređujući dvije metode, odnosno dva pametna sata. S druge strane mjerenja brzine otkucaja srca prilično su korelirala te se nije uočila statistički značajna razlika između mjerenja jeftinim i skupim pametnim satom.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Obje skupine mjerenja zadovoljile su uvjet linearnosti, stoga se rezultati mogu usporediti Passing-Bablok regresijskom metodom te sukladno tome i interpretirati.
2. Postoji statistički značajna razlika u mjerenju broja učinjenih koraka, mjerenih jeftinim meanIT M7 i skupim Amazfit GTR 2 pametnim satom te u prosjeku jeftiniji sat mjeri značajno manji broj koraka.
3. Ne uočava se statistički značajno odstupanje u mjerenju brzine otkucaja srca jeftinim meanIT M7 i skupim Amazfit GTR 2 pametnim satom.
4. Spearmanov test korelacije pokazao je da postoji visok stupanj povezanosti između mjerenja meanIT M7 i Amazfit GTR 2 pametnim satom.

Na kraju ovog istraživanja, može se zaključiti da razlike u mjerenjima pojedinim pametnim satom ne ovise isključivo o cijeni, jer je postojala razlika u mjerenju broja koraka, no ne i u mjerenju brzine otkucaja srca. Međutim, treba se uzeti u obzir da se ovim istraživanjem nije utvrđivalo koji pametni sat mjeri ispravno, kao i da se ne zna točna vrijednost pojedinih mjerenja brzine otkucaja srca te broja učinjenih koraka.

7. SAŽETAK

CILJEVI ISTRAŽIVANJA: Cilj ovog istraživanja bio je ispitati razliku između mjerenja brzine otkucaja srca te broja učinjenih koraka, mjerenih istovremeno skupim i jeftinim pametnim satom, uz analizu prikupljenih podataka statističkom Passing-Bablok metodom.

NACRT STUDIJE: Ovo istraživanje provedeno je kao presječna studija.

MATERIJAL I METODE: Mjerenja su izvršena samostalno, od strane studentice. Napravljeno je 56 parova mjerenja, usporednim praćenjem rezultata na svakom pametnom satu. Jedan sat postavljan je na lijevu ruku, drugi na desnu, s povremenim premještanjem. Kao jeftini pametni sat korišten je meanIT M7, a kao skupi Amazfit GTR 2. Za analizu podataka korištena je Passing-Bablok regresijska metoda te za dodatnu provjeru Spearmanov test korelacije.

REZULTATI: Analizom prikupljenih podataka Passing-Bablok regresijskom metodom, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u mjerenju broja učinjenih koraka, mjerenih usporedo skupim i jeftinim pametnim satom. Pri višim vrijednostima mjerenja, razlika se povećava. U mjerenju brzine otkucaja srca između jeftinog meanIT M7 i skupog Amazfit GTR 2 pametnog sata, nije uočeno statistički značajno odstupanje. Obje skupine mjerenja zadovoljile su uvjet linearnosti i pokazale su visok stupanj korelacije.

ZAKLJUČAK: Postoji statistički značajno odstupanje pri mjerenju broja učinjenih koraka, mjerenih usporedo jeftinim meanIT M7 i skupim Amazfit GTR 2 pametnim satom te u prosjeku jeftiniji sat mjeri značajno manji broj koraka. Ne uočava se statistički značajno odstupanje u mjerenju brzine otkucaja srca jeftinim meanIT M7 i skupim Amazfit GTR 2 pametnim satom.

KLJUČNE RIJEČI: broj koraka; brzina otkucaja srca; pametni sat; Passing-Bablok

8. SUMMARY

DIFFERENCES IN MEASURING HEART RATE AND NUMBER OF STEPS TAKEN MEASURED SIMULTANEOUSLY WITH EXPENSIVE AND CHEAP SMARTWATCH

OBJECTIVES: The objective of this study was to examine the difference between measuring heart rate and the number of taken steps, measured at the same time with an expensive and a cheap smartwatch, with the statistical analysis (Passing-Bablok method) of the collected data.

STUDY DESIGN: This study was conducted as a cross-sectional study.

MATERIAL AND METHODS: Measurements were performed independently, by the student. 56 pairs of measurements were made, by parallel monitoring of the results on each smartwatch. One watch was placed on the left hand, the other on the right, with occasional shifts. The meanIT M7 was used as a cheap smartwatch, and the Amazfit GTR 2 as an expensive one. The Passing-Bablok regression method was used for data analysis and the Spearman correlation test for additional check.

RESULTS: By analysing the collected data with Passing-Bablok regression method, it was found that there is a statistically significant difference in measuring the number of taken steps, measured parallel by expensive and cheap smartwatch. At higher measurement values, the difference increases. In measuring heart rate between the cheap meanIT M7 and the expensive Amazfit GTR 2 smartwatch, no statistically significant difference was observed. Both groups of measurements met the linearity condition and showed a high degree of correlation.

CONCLUSION: There is a statistically significant difference in measuring the number of taken steps, measured by a cheaply meanIT M7 and an expensive Amazfit GTR 2 smartwatch, and on average, a cheaper watch measures a significantly smaller number of steps. There was no statistically significant difference in heart rate measurement with the cheap meanIT M7 and the expensive Amazfit GTR 2 smartwatch.

KEY WORDS: heart rate; number of steps; Passing-Bablok; smart watch

9. LITERATURA

1. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. Dostupno na adresi: http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=51083. Datum pristupa: 29.8.2021.

2. MSD Medicinski priručnik za pacijente. 2014. Nenormalni srčani ritmovi. Dostupno na adresi: http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-za-pacijente/bolesti-srca-i-krvnih-zila/nenormalni-srcani-ritmovi. Datum pristupa: 1.9.2021.

3. Mayo Clinic. 2021. Two easy accurate ways to measure your heart rate. Dostupno na adresi: https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/fitness/expert-answers/heart-rate/faq-20057979. Datum pristupa: 1.9.2021.

4. Pejak I, Otočan D, Horvat M. Primjena android wear pametnih telefona s fotopletizmografskim senzorima u biofeedback terapiji. Polytechnic and design 2017; 5(2):133-141. Dostupno na adresi: https://doi.org/10.19279/TVZ.PD.2017-5-2-07. Datum pristupa: 2.9.2021.

5. Isakadze N, Martin S. How useful is the smartwatch ECG?. Trends in Cardiovascular Medicine. 2020;30(7):442-448. Dostupno na adresi: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050173819301495. Datum pristupa: 2.9.2021.

6. Allen J. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. Physiological Measurement. 2007;28(3):R1-R39.

7. Ahanathapillai V, Amor J, Goodwin Z, James C. Preliminary study on activity monitoring using an android smart-watch. Healthcare Technology Letters. 2015;2(1)

8. Reeder B, David A. Health at hand: A systematic review of smart watch uses for health and wellness. Journal of Biomedical Informatics. 2016;63:269-276.

9. Cashmere Lashkari B. How do wearable fitness trackers measure steps? News-Medical.net. 2021. Dostupno na adresi: https://www.news-medical.net/health/How-do-wearable-fitness-trackers-measure-steps.aspx. Datum pristupa: 30.8.2021.

10. Vračun J. Moderna tehnologija za praćenje tjelesne aktivnosti. Varaždinski učitelj. 2021, 4(6):355-363. Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/255202. Datum pristupa: 3.9.2021.

11. Henriksen A, Haugen Mikalsen M, Woldaregay A, Muzny M, Hartvigsen G, Hopstock L et al. Using Fitness Trackers and Smartwatches to Measure Physical Activity in Research: Analysis of Consumer Wrist-Worn Wearables. Journal of Medical Internet Research. 2018;20(3):e110.

12. Topić E, Primorac D, Janković S, Štefanović M. i sur.: Medicinska biokemija i laboratorijska medicina u kliničkoj praksi, 2. dopunjeno izdanje, Medicinska naklada, Zagreb, 2018. (52-54).

13. Bilic-Zulle L. Comparison of methods: Passing and Bablok regression. Biochemia Medica. 2011;21(1):49-52. Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/64499. Datum pristupa: 28.8.2021.

14. Šimundić A. Interval pouzdanosti. Biochemia Medica. 2008; 18(2):154-161. Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/24138. Datum pristupa: 4.9.2021.

15. Genovese V, Mannini A, Sabatini A. A Smartwatch Step Counter for Slow and Intermittent Ambulation. IEEE Access. 2017;5:13028-13037.

16. Wang R, Blackburn G, Desai M, Phelan D, Gillinov L, Houghtaling P et al. Accuracy of Wrist-Worn Heart Rate Monitors. JAMA Cardiology. 2017;2(1):104.

10. ŽIVOTOPIS

OSOBNI PODACI:

Marija Petričević, studentica 3. godine Preddiplomskog sveučilišnog studija Medicinsko laboratorijske dijagnostike

Datum i mjesto rođenja: 2. lipnja 1999., Slavonski Brod

E-mail: marijap2699@gmail.com

OBRAZOVANJE:

2006. – 2014. Osnovna škola Augusta Šenoe Gundinci

2008. – 2014. Osnovna glazbena škola Josipa Runjanina Vinkovci

2014. – 2018. Gimnazija „Matija Mesić“ Slavonski Brod

2018. – 2021. Medicinski fakultet Osijek, Preddiplomski sveučilišni studij Medicinsko laboratorijska dijagnostika