

Usporedba tradicionalnih dijetetičkih metoda s metodama koje primjenjuju suvremene tehnologije

Novković, Lana

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:311703>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-30**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Preddiplomski studij Nutricionizam

Lana Novković

7420/N

**USPOREDBA TRADICIONALNIH DIJETETIČKIH METODA
S METODAMA KOJE PRIMJENJUJU SUVREMENE
TEHNOLOGIJE**

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Znanost o prehrani 2

Mentor: prof.dr.sc. *Ivana Rumbak*

Zagreb, 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Preddiplomski sveučilišni studija Nutricionizam

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda

Laboratorij za znanost o prehrani

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Nutricionizam

Usporedba tradicionalnih dijetetičkih metoda s metodama koje primjenjuju suvremene tehnologije

Lana Novković, 0058210915

Sažetak: U tradicionalnim dijetetičkim metodama nedostaje preciznosti uslijed pristranosti ili ograničenja u prisjećanju unosa hrane, procjeni veličine porcije ili zbog poznatih ograničenja tablica s kemijskim sastavom hrane. Primjena suvremenih tehnologija, koje se neprestano razvijaju, otvara nove mogućnosti i ideje za poboljšanje načina na koji se prikupljaju informacije o prehrani. Cilj ovog rada bio je dati detaljan pregled dijetetičkih metoda koje primjenjuju suvremene tehnologije te na temelju toga prepoznati njihove prednosti i nedostatke u odnosu na tradicionalno 24-satno prisjećanje, dnevnik prehrane i upitnik o učestalosti konzumacije hrane i pića (FFQ). Iz pregledane literature objavljene u posljednjih nekoliko godina moglo se zaključiti da suvremene tehnologije još uvijek ne mogu u potpunosti zamijeniti konvencionalne dijetetičke metode. Međutim, također je utvrđeno da sadrže vrijedne prednosti zbog kojih se predviđa njihova skora primjena u istraživanjima s velikim brojem ispitanika za procjenu kakvoće prehrane i povezanosti prehrane sa zdravljem.

Ključne riječi: *metode, procjena kakvoće prehrane, suvremene tehnologije*

Rad sadrži: 44 stranice, 10 slika, 2 tablice, 66 literaturnih navoda

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: Prof.dr.sc. *Ivana Rumbak*

Datum obrane: 1. rujna 2020.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University undergraduate study Nutrition
Department of Food Quality Control
Laboratory for Nutrition Science
Scientific area: Biotechnological Sciences
Scientific field: Nutrition

Comparison of traditional dietary methods with methods applied by modern technologies

Lana Novković, 0058210915

Abstract: In traditional dietary methods, there is a lack of precision due to bias or limitations in the recollection of food consumed, estimation of portion size, or due to known limitations of food databases. The application of modern technologies, which are constantly advancing, opens up new possibilities and ideas for improving the way dietary informations are collected. The aim of this paper was to give a detailed overview of dietary methods applied by modern technologies and based on that to identify their advantages and limitations compared to traditional 24-H recalls, food diaries and FFQ. From the reviewed literature published in recent years, it was possible to conclude that modern technologies still cannot completely replace conventional dietary methods. However, they have also been found to contain valuable benefits that predict their imminent application in large-scale studies for dietary assessment and health-related relationships.

Key words: *dietary assessment, limitations, modern technologies, methods*

Thesis contains: 44 pages, 10 figures, 2 tables, 66 references

Original in: Croatian

Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: Phd. *Ivana Rumbak*, Associate Professor

Defence date: September 1st 2020

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. TRADICIONALNE DIJETETIČKE METODE	3
2.1.1. FFQ	3
2.1.2. 24-satno prisjećanje.....	4
2.1.3. Dnevnik prehrane	4
2.2. METODE KOJE PRIMJENJUJU SUVREMENE TEHNOLOGIJE	6
2.2.1. OSOBNI DIGITALNI ASISTENT (PDA).....	7
2.2.2. INTERAKTIVNE RAČUNALNE I INTERNETSKE TEHNOLOGIJE	7
2.2.2.1. Populacijske skupine	9
2.2.2.2. Način upisivanja hrane i pića	11
2.2.2.3. Baza namirnica	12
2.2.2.4. Procjena veličine porcije	13
2.2.3. MOBILNE TEHNOLOGIJE	14
2.2.4. VIZUALNIM SNIMKAMA POTPOMOŽNUTE DIJETETIČKE METODE.....	16
2.2.4.1. Dijetetičke metode temeljene na vizualnoj snimci	17
2.2.4.2. Vizualnim snimkama potpomognute tradicionalne dijetetičke metode	22
2.2.5. TEHNOLOGIJE TEMELJENE NA SENZORIMA	24
2.2.5.1. Tehnologije koje se temelje na procesu jedenja.....	24
2.2.5.2. Senzori koji se temelje na biokemijskim parametrima	27
2.3. VALIDACIJE DIJETETIČKIH METODA KOJE PRIMJENJUJU SUVREMENE TEHNOLOGIJE.....	28
2.3.1. Validacije pomoću usporedbe s referentnim dijetetičkim metodama	29
2.3.1. Validacije pomoću usporedbe s dvostruko označenom vodom (DLW).....	30
2.4. OSVRT	30
2.4.1. Smjerovi u budućnosti	33
3. ZAKLJUČAK	34
4. POPIS LITERATURE	35

1. UVOD

Prehrana je globalno prepoznata kao jedan od ključnih čimbenika koji doprinosi broju oboljelih od kroničnih nezaraznih bolesti i smrtnosti te se zanimanje za njezinu povezanost sa zdravljem kontinuirano nastavlja (Kirkpatrick i sur., 2019). Analiza prehrambenih navika kao i hrane i pića koji se unose pruža vrijedne spoznaje za prevenciju mnogih kroničnih bolesti. Precizne metode i alati za procjenu unosa energije i hranjivih tvari neophodni su za praćenje nutritivnog statusa pacijenta u epidemiološkim i kliničkim istraživanjima koja se bave s povezanošću prehrane i zdravlja (Zhu i sur., 2010).

Procjena kakvoće prehrane tradicionalno se provodi na osnovi vlastitog prisjećanja i procjene, koristeći upitnik o učestalosti unosa hrane i pića (FFQ), 24-satno prisjećanje o unosu hrane i pića (24-satno prisjećanje) ili dnevnik prehrane (McClung i sur., 2018). U tradicionalnim metodama nedostaje preciznosti uslijed pristranosti ili ograničenja u prisjećanju konzumirane hrane, procjeni veličine porcije ili zbog poznatih ograničenja tablica s kemijskim sastavom hrane. Posljedica su nepotpuni izvještaji s mogućim odstupanjima u procjeni unosa energije što je posebno izraženo i predstavlja problem u populaciji s prekomjernom tjelesnom masom i pretilima (Wang i sur., 2019; Cade, 2017; Rollo i sur., 2016). Nepotpuni izvještaji uzrokuju lošu procjenu kakvoće prehrane što za sobom veže pogrešku u procjeni nutritivnog statusa pacijenta i predstavlja veliki problem u istraživanjima i utvrđivanju prehrambenih smjernica koje se temelje na tim podacima (Wang i sur., 2019).

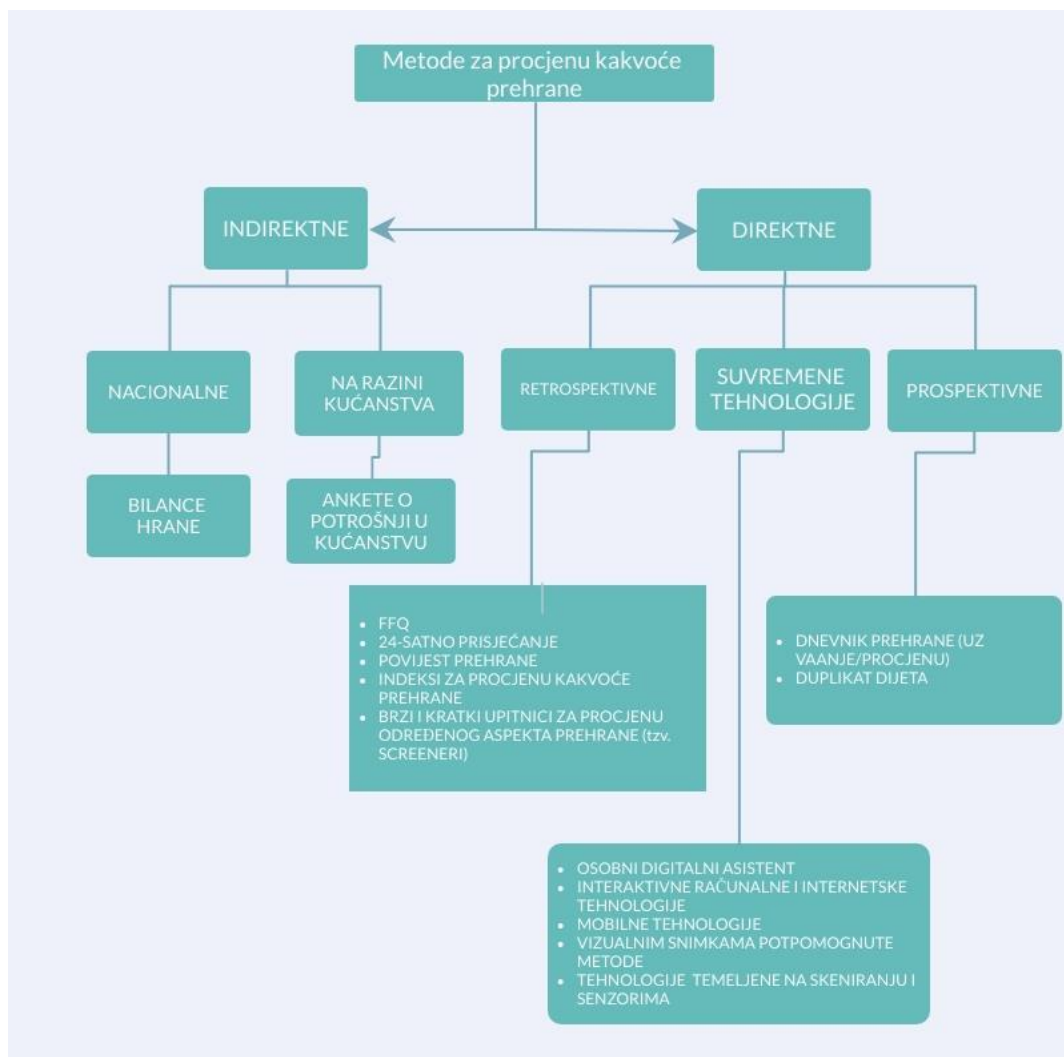
Da bi se poboljšala preciznost i izbjegle pogreške koje se javljaju u tradicionalnim dijetetičkim metodama, trebalo bi se utjecati na ljudske kognitivne sposobnosti. Budući da je poboljšanje pamćenja i sposobnosti procjene količine hrane vrlo kompleksno i nedostižno rješenje, javila se potreba za razvojem novih metoda i načina na koje bi se ova ograničenja mogla zaobići. Povezivanje velikih elektronskih baza podataka o kemijskom sastavu namirnica s automatiziranim izvještavanjem o unosu hrani i piću doprinijele su razvoju i porastu broja internetskih alata za procjenu prehrane (Ilnert i sur., 2012). Primjena suvremenih tehnologija, koje neprestano napreduju, otvara nove mogućnosti i ideje za poboljšanje načina na koji se prikupljaju informacije o prehrani. Međutim, potrebno je kontinuirano usavršavanje i vrednovanje ovih metoda kako bi se proširio opseg njihove upotrebe i optimizirala njihova valjanost i pouzdanost (Rollo i sur., 2016).

Cilj ovog rada je dati pregled dijetetičkih metoda koje koriste suvremene tehnologije, pojasniti način na koji one funkcioniraju, te objediniti sve njihove nedostatke i prednosti u odnosu na tradicionalne metode.

2. TEORIJSKI DIO

Procjena kakvoće prehrane podrazumijeva procjenu unosa hrane i pića te način prehrane pojedinca ili članova kućanstva ili čitave populacijske skupine tijekom vremena. To je jedan od četiri pristupa u procjeni nutritivnog statusa pojedinaca. Ostala 3 pristupa su antropometrija, biokemijski parametri i klinički pregled (FAO, 2018). Procjena unosa hranjivih tvari i energije od presudne je važnosti razumijevanje veze između prehrane i zdravlja kao i utvrđivanje prehrambenih smjernica (Bell i sur., 2020; McClung i sur., 2018; Rollo i sur., 2016). Nutricionisti, dijetetičari i drugi znanstvenici nerijetko nailaze na poteškoće u preciznosti kod procjene kakvoće prehrane (Bell i sur. 2020; Kirkpatrick i sur. 2019; Wang i sur., 2019; Boushey i sur. 2017). Pokazalo se da tradicionalne dijetetičke metode mogu pratiti greške koje predstavljaju prepreku u preciznom utvrđivanju kakvoće prehrane pa se kontinuirano radi na razvoju poboljšanih metoda u kojima su uključene i suvremene tehnologije (Bell i sur., 2020; Amoutzopoulos i sur., 2018; Rollo i sur. 2016).

Općenito, dijetetičke metode dijele se na način koji je prikazan na slici 1. Neizravne metode koriste sekundarne podatke za procjenu kakvoće prehrane, a izravne od pojedinaca prikupljaju primarne prehrambene podatke. Prospektivne i retrospektivne metode odnose na vrijeme kad je zabilježena konzumacija hrane. Prospektivne metode uključuju izvještavanje u trenutku kada se hrana konzumira, dok se retrospektivne temelje na sjećanju hrane koja se već konzumirala.



Slika 1. Prikaz podjele metoda za procjenu kakvoće prehrane (FAO, 2018)

Razvoj metoda koje primjenjuju suvremene tehnologije najviše se usmjerava na zamjenu ili poboljšanje direktnih tradicionalnih dijetetičkih metoda za samoprocjenu, odnosno za tradicionalno 24-satno prisjećanje, FFQ i dnevnik prehrane (Kirkpatrick i sur., 2019). Zato je tema ovog rada usporedba upravo ova dva pristupa u procjeni kakvoće prehrane. Da bi se mogle usporediti, najprije je potrebno prisjetiti se spomenutih tradicionalnih metoda i njihovih prednosti i nedostataka, prikazanih u tablici 1, te se detaljno upoznati s metodama koje primjenjuju suvremene tehnologije.

2.1. TRADICIONALNE DIJETETIČKE METODE

2.1.1. FFQ

FFQ je direktna retrospektivna dijetetička metoda. Procjenjuje učestalost određene hrane i/ili skupina hrane konzumirane tijekom određenog vremenskog razdoblja. Upitnik sadrži popis

namirnica (obično kratak) i odjeljak s kategorijom učestalosti. Može se ispuniti samostalno, ili se ispunjava uz pomoć istraživača (nutricionist/dijetetičar) u obliku intervjua. Ovisno o ciljevima istraživanja, prikupljanje podataka može biti dnevno, tjedno, mjesečno ili godišnje. FFQ-om se obično utvrđuje je li unos određene hranjive tvari adekvatan odnosno neadekvatan (FAO, 2018). Postoje 3 kategorije FFQ upitnika: nekvantitativan, semikvantitativan i kvantitativan FFQ. U nekvantitativnom FFQ-u veličina porcije namirnice je „standardna“ i ispitanik nema ponuđenu opciju za vlastiti odabir porcije. Semikvantitativan FFQ sadrži djelomično opisanu veličinu porcije i ispitanik bilježi koliko često konzumira npr. krišku kruha ili ½ šalice mlijeka. U kvantitativnom FFQ-u postoji opcija male, srednje ili velike porcije koji ispitanik bira na način da uspoređuje konzumiranu porciju sa standardnim serviranjem (Štalić i Alebić, 2008).

2.1.2. 24-satno prisjećanje

Još jedna direktna retrospektivna metoda je i 24-satno prisjećanje. Tijekom 24-satnog prisjećanja istraživač traži od ispitanika (od odraslih, djece i njihovih roditelja ili njegovatelja) da se prisjete i izvijeste o svojoj hrani i pićima koje su konzumirali u posljednja 24 sata. Tom se metodom procjenjuje stvaran unos pojedinanaca. Ipak, jedno 24-satno prisjećanje nije dovoljno za opisivanje pojedinčevog uobičajenog unosa energije i hranjivih tvari. Za postizanje toga, potrebno je više neuzastopnih 24-satnih prisjećanja kako bi se zabilježile dnevne varijacije. Pored toga, prikupljeni podaci za više dana mogu se koristiti kao usporedna metoda za validaciju FFQ-a. Višestruko 24-satno prisjećanje povećava kvalitetu kontrole, minimizirajući pogreške i povećavajući pouzdanost (FAO, 2018).

2.1.3. Dnevnik prehrane

Dnevnik prehrane spada u prospektivne, direktne dijetetičke metode. U ovoj metodi ispitanik vodi dnevnik konzumirane hrane u stvarnom vremenu. Izvještavanje traje u periodu od jednog do sedam dana. Najčešće se vodi trodnevni dnevnik prehrane. Poželjno je da dani vikenda budu uključeni u dnevniku. Masa hrane se može vagati ili procijeniti kuhinjskim posuđem, ili pak se navodi kao broj standardnih porcija (za određene namirnice koja se prirodno dijeli u porcije kao npr. šnita kruha). Izvještavanje u realnom vremenu pomoću vaganja hrane smatra se najpreciznijom dijetetičkom metodom (Štalić i Alebić, 2008).

Tablica 1. Prednosti i nedostaci tradicionalnih dijetetičkih metoda (FAO, 2018; Ilnér i sur., 2012)

TRADICIONALNA DIJETETIČKA METODA	PREDNOSTI	NEDOSTACI
FFQ	<p>Najmanje opterećenje ispitanika</p> <p>Nizak administrativan trošak</p> <p>Objektivna procjena kakvoće prehrane kroz duži vremenski period</p>	<p>Ograničene liste hrane i pića</p> <p>Oslanjanje na ispitanikove kognitivne sposobnosti (sposobnost prisjećanja i procjene veličine porcije)</p>
24-SATNO PRISJEĆANJE	<p>Različiti pristupi izvještavanja (uživo ili telefonski; na papiru ili računalu)</p> <p>Uporaba modela za procjenu veličine porcije</p> <p>Prikupljanje detaljnih podataka o prehrani</p> <p>Potrebna niska razina pismenosti</p>	<p>Opterećenje istraživača-potreba za treniranim ispitivačima u istraživanjima</p> <p>Oslanja se na ispitanikove kognitivne sposobnosti</p>
DNEVNIK PREHRANE	<p>Ne oslanja se na prisjećanje</p> <p>Veličina porcije se ne Procjenjuje</p> <p>Relativno objektivna procjena kakvoće prehrane</p>	<p>Potrebna visoka razina pismenosti</p> <p>Opterećenje ispitanika- potrebna motivacija da vodi dnevnik više dana</p> <p>Moguća pristranost</p>

2.2. METODE KOJE PRIMJENJUJU SUVREMENE TEHNOLOGIJE

Kako tehnologija iz dana u dan napreduje i postaje sve više automatizirana, potrebno je aktivno praćenje novih dostignuća u tom području. Iz tog razloga, u ovom radu dan je pregled objavljenih radova vezanih za nove tehnologije u procjeni kakvoće prehrane.

Metoda prikupljanja literature

Literaturu na temelju koje su opisane suvremene tehnologije koje se koriste u procjeni kakvoće prehrane pretražene su na web stranicama: „PubMed“, „ScienceDirect“, „ResearchGate“ i „Google Scholar“ i „Nutritools“. Kao dodatna literatura poslužila je knjiga „*Dietary Assessment: A resource guide to method selection and application in low resource settings*“ (FAO, 2018) i ostale web stranice koje opisuju ili predstavljaju alate i uređaje koje primjenjuju suvremene metode. Kriteriji pretraživanja baze podataka ovih web stranica bile su kombinacije ključnih riječi i vremenski period kad je rad objavljen.

Ključne riječi bile su: „new technologies“, „dietary assessment“, „methods“, „comparison“, „dietary“, „intake“, „food“, „energija“, „computer technologies“, „web-based“, „mobile-based“, „image assisted“, „mobile technologies“, „mobile apps“, „tools“, „wearable“, „sensor“, „validation“. Najviše izdvojenih radova objavljeno je u posljednjih 5 godina. Uključeni radovi, koji su objavljeni ranije, odnose se na osnovne alate i sustave suvremenih tehnologija koji su se razvili ranije i bitni su za razumijevanje osnovnih principa u načinu funkcioniranja i njihovog tehnološkog napretka.

Nakon što je prikupljeno 117 radova slijedilo je isključivanje. Radovi koji su isključeni istražuju procjenu kakvoće prehrane koristeći biomarkere ili se odnose na primjenu suvremenih tehnologija u procjeni kognitivnih sposobnosti i tjelesne aktivnosti.

Konačan broj literaturnih navoda (65) uključivao je istraživanja i pregledne radove koji:

1. sadrže detaljan opis suvremenih tehnologija i alata, odnosno uređaja koje primjenjuju ove tehnologije u procjeni kakvoće prehrane
2. navode prednosti i ograničenja suvremenih tehnologija
3. uspoređuju dijetetičke metode koje primjenjuju suvremene tehnologije s tradicionalnim metodama
4. validiraju i ocjenjuju reprezentativnost određene metode temeljene na suvremenim tehnologijama za procjenu unosa energije i hranjivih tvari

Od 65 literaturnih navoda, 50 ih odnosi se na znanstvene članke objavljene u posljednjih 5 godina, 10 ih odnosi se na znanstvene članke objavljene prije 2015. godine, 4 ih se odnosi na internetske stranice, a 1 uključuje knjigu.

Na temelju prikupljene literature dan je pregled kategorija suvremenih tehnologija koje se dijele na: 1. Osobni digitalni asistent (PDA); 2. Interaktivne računalne i internetske tehnologije; 3. Mobilne tehnologije; 4. Vizualnim snimkama potpomognute dijetetičke metode; i 5. Tehnologije temeljene na sensorima.

2.2.1. OSOBNI DIGITALNI ASISTENT (PDA)

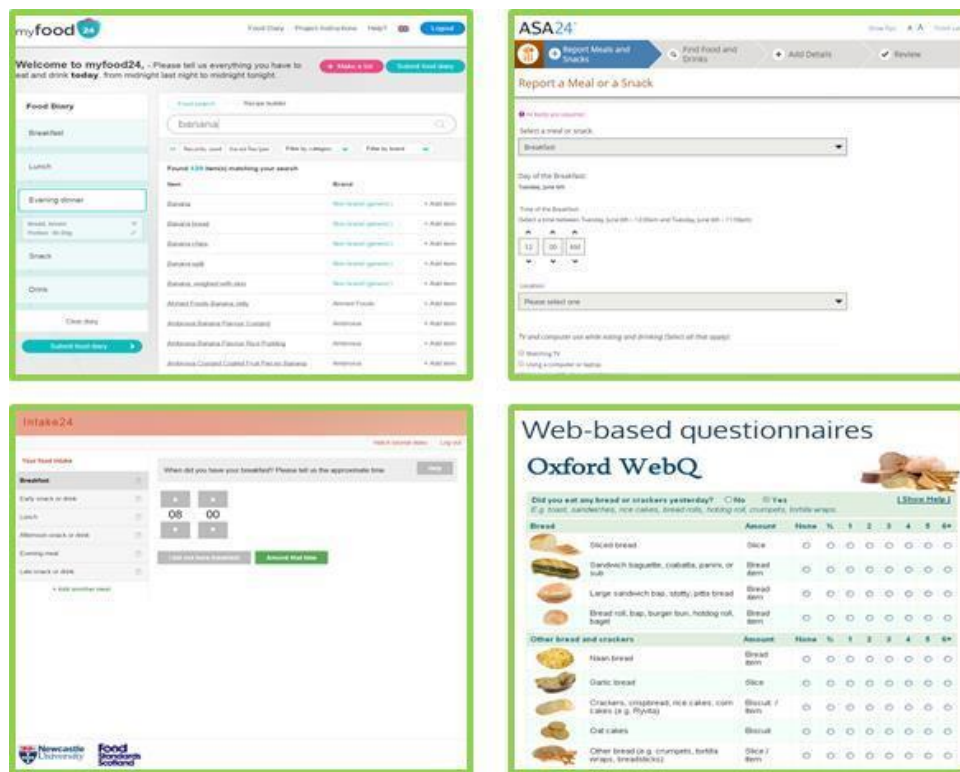
Prvi pokušaji u razvoju i validaciji dijetetičke metode koje primjenjuju suvremene tehnologije započeli su s PDA-om (eng. *Personal digital assistant*) (FAO, 2018). PDA je ručno računalo koje se može koristiti za različite svrhe, a temelji se na snimanju fotografije. Za procjenu kakvoće prehrane, PDA ima posebno dizajniran softverski program u kojem se moguće registrirati i pratiti vlastiti unos energije. Omogućuje samoprocjenu tijekom kraćeg vremena i olakšava prikupljanje podataka u stvarnom vremenu. Prije nego što započnu s vlastitom procjenom, ispitanici moraju proći obuku kako bi mogli pravilno rukovati tim uređajem.

Osobni digitalni asistent (PDA) zastarjela je tehnologija koja se više gotovo ne upotrebljava za procjenu kakvoće prehrane. Ovdje je spomenuta jer je bila preteča u nastanku ostalih suvremenih tehnologija čija primjena u dijetetičkim metodama trenutno dominira.

2.2.2. INTERAKTIVNE RAČUNALNE I INTERNETSKJE TEHNOLOGIJE

Interaktivne računalne i internetske tehnologije uključuju upotrebu interaktivnih programa za procjenu kakvoće prehrane. Programi se mogu instalirati na stolnom ili prijenosnom računalu ili pak se mogu otvoriti putem interneteskih preglednika. Metode koje primjenjuju ove tehnologije zapravo su računalna interpretacija, odnosno online formati tradicionalnih dijetetičkih metoda koje se temelje na papiru i olovci (Conrad i sur., 2018; Rollo i sur., 2016; Timon i sur., 2016). Najčešće se interpretiraju tradicionalno 24-satno prisjećanje, FFQ i dnevnik prehrane. Većina alata koji se temelji na 24-satnom prisjećanju, mogu se koristiti i kao dnevnik prehrane (Timon i sur., 2016). Uz računalne verzije spomenutih dijetetičkih metoda razvili su se i jednostavni internetski upitnici s konačnim popisom hrane koji procjenjuju unos energije i hranjivih tvari u protekla 24 sata (Conrad i sur., 2018; Timon i sur., 2016). Takvi

alati se nazivaju hibridima zbog sličnosti i s 24-satnim prisjećanjem i s FFQ-om. Primjer je „Oxford WebQ“ koji je predstavljen kao 24-satno prisjećanje, ali ispitanici se prisjećaju što su konzumirali s popisa koji sadrži 206 prehrambenih proizvoda i 32 vrste pića (Conrad i Nothlings, 2017, MCR, 2017). Cilj ovih tehnologija je prikupljanje podataka o prehrani tijekom određenog razdoblja u bliskoj ili daljoj prošlosti (kratkoročna ili dugoročna procjena prehrane). Zaslone nekih internetskih stranica za procjenu kakvoće prehrane prikazani su na slici 2.



Slika 2. Prikaz fotografija zaslona web stranica: myfood24, ASA24, Intake24 i Oxford WebQ (Cade i sur, 2017).

Najviše računalnih i internetskih sustava za samoprocjenu temelji na metodi 24-satnog prisjećanja (Conrad i sur., 2018; Timon i sur., 2016; Storey, 2015). Elektronički formati 24-satnog prisjećanja i FFQ-a, ili se ispunjavaju samostalno, pri čemu ispitanik dovršava prisjećanje u odsutnosti istraživača, ili se ispunjavaju u prisutnosti treniranog istraživača, koji koristi aplikaciju za prikupljanje/analizu podataka o prisjećanju prehrane u prisutnosti ispitanika (Timon i sur., 2016). Osnova prilagodbe alata koji primjenjuje interntske tehnologije za metodu 24-satnog prisjećanja je praćenje koraka iz automatizirane metode s višestrukim prolaskom (eng. *Automated Multi-Pass Method – AMPM*) (Eldridge i sur., 2019; Conrad i sur., 2018). Ova automatizirana prilagodba služi za oponašanje treniranog istraživača, kada se 24-satno prisjećanje provodi samostalno (Conrad i sur., 2018; Albar i sur., 2015; Carter i sur., 2015). Elektronički dnevnici prehrane ispunjavaju se na sličan način i imaju slične baze

namirnica i metode za procjenu veličine porcije kao i alati koji se temelje na 24-satnom prisjećanju, samo što se konzumacija hrane i pića bilježi u stvarnom vremenu i većina ima ugrađenu opciju podsjetnika koji pitaju za često zaboravljene namirnice. Stoga u nastavku teksta većina značajki koja obilježava metodu 24-satnog prisjećanja, vrijedi i za ovu vrstu metode koja primjenjuje interaktivne računalne i internetske tehnologije (Conrad i sur., 2018).

Interaktivne računalne i internetske alate koji se primjenjuju za procjenu kakvoće prehrane najčešće razlikujemo prema sljedećim karakteristikama: 1. populacijska skupina kojoj su namijenjeni; 2. načina upisivanja hrane i pića; 3. baza namirnica; i 4. procjena veličine porcije. Ove karakteristike odnose se i na kategoriju mobilnih tehnologija, odnosno mobilne aplikacije.

2.2.2.1. **Populacijske skupine**

Poznato je da su djeca, odrasli mlađe dobi i pogotovo adolescenti, populacijska skupina koja je najbolje upoznata sa suvremenim tehnologijama. Oni prvenstveno daju prednost svemu što je automatizirano i primjenjuje računalne, internetske i mobilne tehnologije te je veća vjerojatnost da će izabrati dijetetičku metodu koja primjenjuje nove tehnologije. Stoga je i najviše alata koji primjenjuju ove tehnologije izgrađeno za adolescente, djecu i odrasle mlađe dobi. (Albar i sur., 2015; Storey, 2015; Moore i sur., 2013). Alati za djecu i adolescente prilagođeni su na način da su animacije, ilustracije, audio navođenja, veličina i količina teksta primjereni toj dobi kako bi ispitanici bili motiviraniji prilikom ispunjavanja podataka o unesenoj hrani i piću (Albar i sur., 2015; Storey, 2015; Moore i sur., 2013). Pitanja koja se postavljaju o hrani i piću unutar alata, moraju biti što jednostavnija i ne smije ih biti previše. Trajanje ispunjavanja mora biti što kraće zbog lakog gubitka koncentracije i interesa kod djece i adolescenata (Moore i sur. 2013; Albar i sur., 2015; Carter i sur., 2015). Primjer internetskog alata za procjenu kakvoće prehrane kod djece je „SNAP“ (eng. *Synchronised Nutrition and Activity Program*). „SNAP“ ispunjavaju djeca školske dobi uz pomoć istraživača. Uz procjenu kakvoće prehrane, „SNAP“ služi i za praćenje tjelesnih aktivnosti (Moore i sur., 2013). Izgled i dizajn je vrlo pregledan, s malo teksta velikog fonta da bi ispitanici lakše čitali i odgovarali na pitanja. Sadrži i ilustracije djevojčice i dječaka koji vode ispitanika kroz ispunjavanje izvještaja o unosu hrane i pića te tjelesnim aktivnostima.

S druge strane, odrasli starije dobi nisu toliko dobro upoznati sa suvremenim tehnologijama i često nailaze na poteškoće u snalaženju s njima. Brzina i jednostavnost u ispunjavanju podataka o prehrani u metodama koje primjenjuju računalne, internetske i mobilne tehnologije u ovoj populacijskoj skupini mogu predstavljati ograničenje (McClung i sur., 2018; Cade, 2017). Međutim, postoje interaktivni računalni i internetski alati posebno namijenjeni i za ovu

skupinu. Jedan od takvih alata koji olakšava i smanjuje opterećenje ispitanika starije dobi je „NANA“ (eng. *Novel Assessment of Nutrition and Ageing method*), prikazan na slici 3. „NANA“ je alat koji služi za praćenje unosa energije i hranjivih tvari u stvarnom vremenu, najčešće tijekom jednog dana. Prilikom konzumiranja hrane, ispitanik dodirujući ekran na računalu, odabire hranu s popisa hrane ili uz pomoć pametnog telefona ili web kamere snima fotografiju hrane i pića prije i nakon jela. Hrana koja se konzumirala izvan kuće može se prijaviti glasovnim zapisom. Ovakav način procjene kakvoće prehrane sličan je metodama potpomognutim vizualnim snimkama, jer se ne temelji isključivo na interaktivnoj računalnoj tehnologiji, već koristi i snimanje fotografije. (Williams, 2014).



Slika 3. Prikaz „NANA“ sistema (Williams, 2014).

Većina ostalih računalnih i internetskih alata za provođenje 24-satnog prisjećanja namijenjena je za više dobnih skupina. Sustav „myfood24“ namijenjen je adolescentima, odraslima i odraslima starije dobi. Prilikom razvoja ovako širokom krugu ljudi prilagođenog sustava, morala se provesti studija s fokus grupama koje uključuju ove dobne skupine. U studiji Carter i sur. (2015) provele su se rasprave s fokus grupama koje su odgovarale na pitanja o sklonostima kao što su: način pretraživanja baza namirnica; postavke za procjenu veličine porcije; dizajnu web stranice; i maksimalno vrijeme koje su voljni utrošiti na korištenje ovog sustava. Konačni izgled, dizajn i način korištenja ovog alata predstavljao je presjek sklonosti svih fokus grupa. Pokazalo se da sve tri dobne skupine preferiraju ilustracije za odabir veličine procjene, i jednostavan dizajn bez iskočnih prozora i izrazili su želju za povratnim informacijama o njihovom prehranbenom unosu. Najveće odstupanje bilo je u vremenu utrošenom na korištenje alata, gdje su odrasli i odrasli starije dobi bili voljni izdvojiti više vremena, dok

adolescenti nakon 15 minuta više nisu bili toliko motivirani u ispunjavanju i dovršavanju izvještaju.

Online FFQ-ovi su kao i konvencionalne verzije, većinom namijenjeni odraslima zbog značajnih poteškoća u prisjećanju o učestalosti konzumiranja skupina namirnica unatrag dužeg perioda.

2.2.2.2. Način upisivanja hrane i pića

Način ispunjavanja elektroničnog izvještaja o 24-satnom prisjećanju najčešće prati slijedeće korake opisane na temelju jednog od najvaliridanijih internetskih alata, „ASA24“ (EGRP, 2020; MRC, 2017).

1. Prisjećanje i stvaranje brzog popisa obroka konzumiranih u posljednja 24-sata („Moj popis hrane i pića“) (EGRP, 2020). Većina internetskih alata ima zatvoren popis namirnica, dok je u npr. „ASA24“, „NutriNet-Sante“, „Oxford WebQ“ ili „WebDASC“ moguće uvesti nove namirnice i njihov sastav kao slobodni tekst, te prilagoditi postojeće recepte jela u bazi (Conrad i sur., 2018).

2. Pregled mogućih preskočenih obroka. Sustav pregledava postoji li duži period (oko 3 sata i više) kad nema prijavljene hrane u izvještaju i ispituje o mogućim međuobrocima, pićima i drugoj hrani koju ispitanik nije zabilježio (EGRP, 2020).

3. Dodatan opis detalja: način pripreme hrane (npr. kuhano ili pečeno); sastojci u receptu, veličina porcije, korištenje dodataka (npr. šećer, umaci za salatu); okolnosti konzumiranja hrane kao što su mjesto konzumacije hrane (kod kuće, u restoranu, kinu, kazalištu, u gostima, na poslu, na svečanosti, u autu ili javnom prijevozu,...) i kako se hrana konzumirala (npr. jesu li jeli sami ili u društvu; sjedeći, stojeći ili u hodu; tijekom gledanja TV-a, uz računalo ili mobitel) (EGRP, 2020; Conrad i sur., 2018; Conrad i Nothlings, 2017). U „SNAP“ sustavu se tako od djece traži da se prisjete što su točno jeli prije, što tijekom, a što nakon nastave u školi (Moore i sur., 2013).

4. Završni pregled zabilježenih obroka i opisanih detalja.

5. Provjera zaboravljene hrane. Ispitanike se u obliku podsjetnika provjerava jesu li prijavili hranu ili piće koje se često zaboravlja (EGRP, 2020; Conrad i sur., 2018; Conrad i Nothlings, 2017). U „ASA24“ provjerava se prijava „snackova“, voće, voda, povrće, sir, kava, čajeva i dodataka prehrani (EGRP, 2020). U „INTAKE24“ internetskom alatu podsjetnik se odnosi na provjeru niza sastojaka u sendvičima ili salatama, jer je utvrđen čest nepotpun opis te hrane (Conrad i Nothlings, 2017).

6. Posljednja prilika. Ispitanike se pita jesu li sigurni da je njihov izvještaj kompletan. Ukoliko nisu, vraćaju se na „Moj popis hrane i pića“ kako bi dodali još stavaka (EGRP, 2020).

7. Pitanje o uobičajenom unosu. Na kraju se ispitanike pita odnosi li se ispunjen izvještaj na njegov uobičajeni dnevni unos, ili je unos energije viši ili niži od uobičajenog (EGRP, 2020).

Dovršeni prehrambeni izvještaji šalju se elektronski istraživaču, odnosno nutricionistu/dijetetičaru (Conrad i sur., 2018). Istraživači mogu analizirati unesenu energiju, hranjive tvari kao i skupine namirnica koje je ispitanik konzumirao. Usporedbom izvještaja s podacima iz određene tablice o kemijskom sastavu hrane, ili kombiniranih tablica, procjenjuju se vrijednosti energijskog unosa i unosa hranjivih tvari. Na temelju dobivenih vrijednosti određuje se kakvoća prehrane, koja se u obliku povratne informacije može poslati nazad ispitaniku. „ASA24“ sustav spaja dvije internetske aplikacije. Jedna se prikazuje ispitivaču i služi za samostalno ispunjavanje izvještaja za 24-satno prisjećanje, a druga se prikazuje istraživaču koji analizira poslano izvještaje o prehrani. Slanje izvještaja i povratnih informacija u ovom sustavu je automatizirano, a time i brže, jer su aplikacije povezane (Subar i sur., 2012).

Ispitanici koji sudjeluju u istraživanjima procjene kakvoće prehrane na temelju elektroničkih FFQ-ova ne upisuju hranu koju su konzumirali, već klikom miša odabiru namirnice sa ponuđene liste i određenu učestalost konzumacije. Namirnice mogu, a i ne moraju biti prikazane kao fotografije hrane, pića ili obroka. Kod nekih online upitnika postavljaju se dodatna pitanja za određene skupine hrane kako bi se dobila stvarnija slika prehrane (McClung i sur. 2018; Verger i sur., 2016; Kristal i sur., 2014). Tako se za konzumaciju povrća i kruha postavlja pitanje vrsta masti koja se koristila u toj kombinaciji, marka i tip žitarica za doručak, konzumacija šećera i/ili mlijeka s kavom ili čajem, količina soli koja se koristila u pripremi ili za stolom, itd (Verger i sur., 2016). Također se pita i za neke specifične karakteristike određenog proizvoda koje odstupaju od uobičajenog sastava, primjerice je li neki proizvod dodatno obogaćen (npr. kalcijem, vitaminom D) ili ima reduciran neki sastojak (sa smanjenim udjelom masti i/ili šećera) (Kristal i sur., 2014).

2.2.2.3. Baza namirnica

U alatima za procjenu kakvoće prehrane koji koriste interaktivne računalne i internetske tehnologije potreban je detaljan, ali lako razumljiv opis hrane kako bi osoba koja koristi taj alat mogla ispravno identificirati konzumirani prehrambeni proizvod ili jelo.

Baze namirnica u web-baziranim alatima razlikuju se od softvera do softvera i najviše ovise o državi u kojoj je taj softver razvijen, jer se temelje na namirnicama iz tablica kemijskog sastava

o hrani za određenu zemlju i uključuju osnovne i markirane prehrambene proizvode tipične za tu zemlju (Conrad i sur., 2018; Cade, 2017). Uz to ovise i o dobnoj skupini kojoj je web-aplikacija namijenjena (Cade, 2017). Tako se baza namirnica u prethodno spomenutom „SNAP“ programu za djecu temelji na prethodno utvđenom popisu namirnica koje ova dobna skupina najčešće konzumira, a to su gazirana pića, grickalice, slatkiši, mliječni proizvodi, žitarice, itd (Moore i sur., 2013).

Različiti softveri razlikuju se i prema količini namirnica u bazi podataka koje osoba može odabrati (Cade, 2017). Tako je npr. u sustavu „myfood24“ uvedena vrlo opsežna baza podataka. Velika elektronička baza podataka o sastavu hrane razvijena je kako bi odražavala raznolikost hrane u Velikoj Britaniji (Cade, 2017). Baza namirnica u „myfood24“ temelji se na više izvora tablica o kemijskom sastavu hrane i pruža oko 45000 prehrambenih artikala u alatu (Albar i sur., 2015). U ovakvom sustavu s velikom bazom podataka namirnica, održavanje baze može predstavljati poteškoću, zbog stalne potrebe za ažuriranjem podataka (Albar i sur., 2015). U drugim sustavima, suprotnog od ovog, istraživači pokušavaju zadržati sažeti popis hrane i pića kako bi ograničili teret ispitanika (Cade, 2017). Često se prilikom sastavljanja baza, najprije provode FFQ kojima se prikupljaju podaci o najčešće konzumiranim namirnicama te one predstavljaju bazu (Wald i sur., 2019). Baza namirnica „Foodbook24“ izvedena je iz podataka Irske nacionalne ankete o prehrani odraslih na temelju najčešće korištenih kodova hrane unutar vrste hrane (Conrad i sur., 2018). Konačna baza podataka sastoji se od 751 prehrambene namirnice.

U FFQ-ovima lista namirnica je više ograničena i ovisno o interaktivnom računalnom ili internetskom FFQ-u ima otprilike 20 – 200 namirnica na listi (Verger i sur., 2017). Prilikom sastavljanja liste namirnica, također je bitno u kojoj državi se FFQ koristi i za koju dobnu skupinu je upitnik namijenjen (Verger i sur., 2017). Tako danski „MetaCardis“ FFQ posjeduje listu od 153, njemački „MetaCardis“ FFQ 143, a francuski „MetaCardis“ FFQ 159 prehrambena proizvoda (Verger i sur., 2017). Upitnici se obično odnose na učestalost konzumiranja hrane tijekom proteklih mjesec dana do godinu dana (Verger i sur., 2017).

2.2.2.4. Procjena veličine porcije

Jedna od većih prednosti dijetetičkih metoda koje primjenjuju interaktivne računalne i internetske tehnologije je ta što mogu na više načina pomoći u procjeni veličine porcija (Cade, 2017; Conrad i Nothlings 2017; Timon i sur., 2016). Nude fotografiju hrane, informaciju o prosječnoj veličini porcije ili mogućnost unosa stvarne mase namirnice (Conrad i sur., 2018). Kada je riječ o fotografiji hrane, tehnološki napredak omogućava više varijanti fotografije iste

namirnice. Time je ostvaren stvarniji raspon mase odnosno volumena hrane i pića u odnosu na tradicionalne metode. Kao što je već spomenuto „myfood24“ sadržava oko 6000 fotografija porcija najčešće konzumiranih namirnica, a za svaku namirnicu može se odabrati između 7 fotografija odgovarajuća količina konzumirane porcije (Conrad i sur., 2018). „ASA24“ ima čak preko 17 000 fotografija porcija. Smatra se da upotreba višestrukih digitalnih fotografija porcija može poboljšati preciznost u ispitanikovo procjeni količine hrane (Conrad i sur., 2018, Cade, 2017).

Procjena veličine porcije u online FFQ-u definira se uobičajenim mjerama kao i u tradicionalnim FFQ-ovima na papiru i samo nekoliko ima ugrađene višestruke fotografije iste namirnice za procjenu veličine porcije (McClung i sur., 2018; Verger i sur., 2017; Kristal i sur., 2014). Alat „GraFFS“ sadrži do 6 opisa veličine porcija opisanih slikama ili tekstem čime se ispitaniku proširuje izbor i povećava preciznost u procjeni mase i volumena hrane i pića koju je konzumirao. Papirne verzije FFQ-a najčešće imaju ograničeni odabir veličine porcije na „male“, „srednje“ ili „velike“, a definiraju se kao 50 %, 100 % i 150 % od standardnih porcija opisanih za svaku namirnicu (Kristal i sur., 2014).

2.2.3. MOBILNE TEHNOLOGIJE

Mobilne aplikacije imaju slične pristupe prethodno opisanim računalnim alatima koje koriste internetske tehnologije, samo što imaju dodatno obilježje praktičnosti. Uz to što su prenosivi i manjih dimenzija puno više se koriste u svakodnevnom životu u odnosu na računala (FAO, 2018). Najzastupljenije aplikacije za pametne telefone i tablete su one koje koriste digitalnu fotografiju hrane kao pomoć pri procjeni prehrane u tradicionalnim dijetetičkim metodama. Neke aplikacije imaju ugrađene baze podataka o hrani i hranjivim tvarima povezane s barkodovima prehrambenih proizvoda koji se mogu kupiti (Li i sur., 2019). Tako ispitanik može uz pomoć QR skenera na pametnom telefonu skenirati nutritivne deklaracije hrane. Najveći problem u metodi skeniranja je što proizvođači često ne stavljaju potpunu deklaraciju i često nedostaje informacija o nutritivnoj vrijednosti proizvoda (FAO, 2018). Npr. postoje samo podaci o energijskoj vrijednosti i vrijednosti osnovnih makronutrijenata - nedostaje informacija o udjelu zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, o dodanom šećeru ili o prehrambenim vlaknima. Zbog toga se skeniranjem često dobiva djelomična analiza unesene hrane što stvara poteškoće u procjeni prehrane. Dodatni problem je što dosta proizvođača nije odobrilo da se skeniranjem barkodova mogu saznati podaci o njihovom proizvodu s nutritivne deklaracije (FAO, 2018).

Aplikacije za praćenje kakvoće prehrane mogu se temeljiti samo na prehrani, ili se mogu integrirati u drugu aplikaciju, poput aplikacije za praćenje tjelesne aktivnosti. Primjer je širokopo znata i komercijalno dostupna aplikacija „MyFitnessPal“ (Patel i sur., 2019). „MyFitnessPal“ omogućuje ispitanicima da prijave tekstualno ili skeniranjem unesu hranu i pića te pruža nutritivne informacije iz baze podataka s preko 6 milijuna registriranih namirnica i prehrambenih proizvoda (Patel i sur., 2019). Uz prijavu hrane mogu se prijaviti i različite vrste svakodnevnih aktivnosti i kretanja za praćenje potrošnje energije. Kada ispitanici skinu aplikaciju, moraju se prijaviti i ako žele, postaviti ciljanu tjelesnu masu i vremenski period za postizanje te mase. Aplikacija na temelju unesenih vrijednosti izračunava koliki bi tjedni porast ili gubitak tjelesne mase trebao biti te koristeći Mifflin-St Jeor jednadžbu za bazalni metabolizam izračunava i poželjan dnevni energijski unos. Ispitanici svakodnevno dobivaju povratne informacije o napretku unutar aplikacije u grafičkom i tekstualnom obliku. Aplikacija je visoko prihvaćena. Ne sadrži strukturirane prehrambene savjete (kao npr. „slijedite niskouglikohidratnu prehranu“), nego samo prema preporučenom dnevnom unosu energije i hranjivih tvari sugerira ispitaniku odstupa li njegov unos od tih vrijednosti (Patel i sur., 2019).

Komercijalne mobilne aplikacije vezane uz prehranu mogu se koristiti za osobne potrebe, ali i u istraživanjima. Aplikacije koje su se pokazale uspješnima za procjenu prehrane u istraživanjima su „MyFitnessPal“ (Patel i sur., 2019), australski „Easy Diet Diary“ (Ambrosini i sur., 2018) i švedski „Health Integrator“ (Bonn, 2019). Većina aplikacija koristi se kao zamjena tradicionalnom dnevniku prehrane i uz njega sadrže i dnevnik tjelesnih aktivnosti, prehrambene smjernice i nakon analize daje povratne informacije. Analiza prehrane provodi se na temelju upisane konzumirane hrane i veličine porcije uz pomoć baze podataka i tablica s kemijskim sastavom hrane. Za odabir veličine porcije predloženi su masa, kuhinjsko posuđe ili jedinice koje odgovaraju veličini jedne porcije.

Bitno ograničenje vezano uz mobilne tehnologije je heterogenost komercijalnih aplikacija. Heterogenost aplikacija namijenjenih potrošačima opisana je u preglednim radovima Eldridge i sur. (2019) i Li i sur. (2019), koji su zaključili da zapravo mali broj aplikacija nakon izvještaja o konzumiranoj hrani i piću, nudi informacije o ukupnom energijskom unosu i o unosu hranjivih tvari. Pokazalo se da većina aplikacija vezanih za procjenu kakvoće prehrane pruža savjete za zdravu pripremu jela i kuhanje. To je pogotovo istaknuto u komercijalnim aplikacijama. Osnovni cilj takvih aplikacija je promoviranje zdravlja putem različitih prehrambenih smjernica te pružanja informacija o zdravlju i tjelesnoj aktivnosti. Još jedan nedostatak je premalen broj komercijalnih aplikacija koje su pravilno validirane. Li i sur. (2019) pretraživali su aplikacije namijenjene potrošačima vezane uz prehranu koje se nalaze u kineskim online trgovinama,

a Eldridge i sur. (2019) dali su pregled i aplikacija dizajniranih za istraživanje, koje nisu dostupne potrošačima. Zaključili su da te aplikacije osiguravaju detaljnije informacije o prehrambenom unosu, posebice o skupini hrane, vremenu konzumacije i imenu jela. Podsjetnici za zaboravljenu hranu sadrže više primjera, a postoji i više mogućnosti što se tiče vlastitog opisa konzumiranog jela i prijave prehrambenih dodataka. Međutim, za razliku od komercijalnih aplikacija, ove aplikacije imaju siromašnije baze podataka hrane pa je automatizacija u identifikaciji hrane ograničena.

2.2.4. VIZUALNIM SNIMKAMA POTPOMOŽNUTE DIJETETIČKE METODE

Razlikujemo dvije metode procjene kakvoće prehrane koje koriste vizualne snimke. To su metode utemeljene na vizualnoj snimci i metode potpomognute vizualnom snimkom. Metode procjene kakvoće prehrane utemeljene na vizualnoj snimci koriste fotografije ili videozapise kao primarni zapis za samoprocjenu, a metode potpomognute vizualnom snimkom odnose se na uporabu fotografija ili videozapisa kako bi se poboljšala procjena u tradicionalnim metodama (McClung i sur., 2018; Boushey i sur., 2017; Gemmig i sur., 2015b). Fotografije se mogu snimiti pomoću bilo kojeg uređaja, ali istražena su dva različita pristupa za snimanje: aktivan i pasivan (Gemming i sur., 2015b). Aktivno snimanje hrane zahtijeva od pojedinca da hranu snimi ručno, uz pomoć digitalnih fotoaparata ili pametnih telefona (Gemming i sur., 2015b). Najčešće se u tu svrhu koriste aplikacije instalirane na pametnim telefonima ili tabletima. Aplikacije uz fotografiju hrane i pića mogu imati i prostor za tekstualne ili glasovne opise detalja konzumirane hrane i pića, a neke su povezane i sa sustavima za automatsko prepoznavanje i procjene veličine porcije te za automatsku usporedbu sastava prepoznatih namirnica s podacima iz određene tablice s kemijskim sastavom hrane (Alshurafa i sur., 2019; FAO, 2018; Boushey i sur., 2017; Gemming i sur., 2015b). Pasivno snimanje hrane se odnosi na automatsko snimanje hrane u određenoj vremenskoj frekvenciji. Uređaji koji se koriste u tu svrhu su nosive kamere (Gemming i sur., 2015a; Gemming i sur., 2015b). Nosive kamere pripadaju i kategoriji metoda za procjenu kakvoće prehrane koje primjenjuju tehnologije senzora.

2.2.4.1. Dijetetičke metode temeljene na vizualnoj snimci

U novije vrijeme u **aktivnom načinu snimanja**, najviše se koriste aplikacije (Yang i sur., 2018). Preferira se aktivno snimanje fotografije jela ili hrane, jer je uključenost pojedinca u izvještavanje još uvijek pouzdanije nego ovisnost o samom uređaju (Yang i sur., 2018). U studijama koje koriste ovu metodu pojedinac bilježi konzumaciju hrane tijekom nekoliko dana ili tjedana i stoga je ta metoda najsličnija i koristi se kao zamjena za tradicionalan dnevnik prehrane. Fotografija hrane snima se pod kutem od 45° prije i nakon jela. Ukoliko snimljena fotografija nije prihvatljiva ispitaniku, moguće je ponoviti snimanje. Hrana mora biti na ravnoj površini odnosno na stolu. Kraj hrane se stavlja određeni predmet koji služi kao pomagalo u procjeni veličine porcije i identifikaciji hrane i pića (Boushey i sur., 2017; Gemming i sur., 2015b). Njačešće pomagalo koje se postavlja je fiducijalni marker prikazan na slici 4. Fiducijalni marker kalibrira sustav fotoaparata s obzirom na mjere boja i područja i na taj način pomaže u identifikaciji hrane i pića te procjeni veličine porcije. On je obično u obliku obojene ploče poznatih dimenzija i boja. Da bi se izbjeglo dodatno opterećenje s postavljanjem referentnih markera, znanstvenici se okreću razvitku metode snimanja hrane bez potrebe za markerom. Yang i sur. (2018) su u tu svrhu istražili i predstavili novu metodu za procjenu volumena hrane bez fiducijalnog markera. Njihov matematički model za ovakav način snimanja fotografije temelji se na poznatoj fizičkoj duljini pametnog mobitela i senzorom za kretanje koji se nalazi unutar uređaja. Senzor za kretanje unutar pametnog telefona služi za orijentaciju kamere, a pomoću duljine ili širine pametnog telefona određuje se lokacija bilo koje vidljive točke na ravnoj površini. Potreban je i specifičan način snimanja fotografije. Za ovakav način procjene volumena hrane sa fotografije uspostavljena su četiri koordinatna sustava: uobičajeni koordinatni sustav, koordinatni sustav kamere, optičke koordinate slike i koordinate piksela. Njihovi rezultati su optimistični, ali potreban je daljnji razvoj i napredak ove metode.



Slika 4. Fotografija hrane i pića s fiducijalnim markerom prije i nakon obroka snimljena pomoću „Mobile Food Record“ (mFR) aplikacije (Polfluss i sur., 2018).

Jednom kad je fotografije snimljena, slijedi postupak pregleda fotografije. Ovisno o aplikaciji, fotografiju može pregledati trenirani istraživač (dijetetičar/nutricionist) ili je postupak pregleda automatiziran (Boushey i sur., 2017; Gemming i sur., 2015b). Istraživač fotografiju može pregledati samostalno ili uz prisustvo ispitanika koji pomaže u razjašnjavanju sadržaja fotografije. Ovakav pristup primjenjuje se u „NuDAM“ metodi. „NuDAM“ (Nutricam Dietary Assessment Method) obuhvaća „Nutricam“ aplikaciju temeljenu na fotografiji i glasovni zapis/telefonski poziv upućen ispitaniku sljedeći dan. U glasovnom zapisu ispitanik opisuje detalje konzumirane hrane, a u telefonskom pozivu istraživač može postaviti pitanja o zaboravljenoj hrani. Fotografije i pridružene glasovne snimke kasnije procjenjuju dijetetičari/nutricionisti (Rollo i sur., 2015). Na sličan način funkcionira i „RFPM“ (Remote Food Photography Method). Razlika je što se u ovoj metodi kombinira fotografija s kratkim tekstualnim opisom hrane i integriranom ekološkom trenutnom procjenom (EMA) kako bi se sudionike podsjetilo i potaklo na snimanje i slanje slika s označenim informacijama dijetetičaru (Martin i sur., 2012). EMA se odnosi na metodu procjene kakvoće prehrane u stvarnom vremenu i prirodnom ispitanikovom okruženju. Ispitanici u kratkom vremenskom razdoblju (npr. tjedan dana) ispunjavaju jedno ili više izvještaja u jednom danu. Ova metoda smanjuje pristranosti svojstvene samoprocjeni. (Mason i sur., 2020.).

Metode procjene kakvoće hrane koje su automatiziranije, zahtijevaju razvoj specifičnih matematičkih modela sa složenim algoritmima kako bi tehnologija mogla detaljno analizirati sliku hrane. Primjer ovakve automatizirane metode je tehnološki potpomognut sustav procjene hrane („TADA“ sustav). „TADA“ se sastoji od dva glavna dijela: mobilne aplikacije „mFR“ i potpornog sigurnosnog sustava u obliku oblaka koji se sastoji od sustava za analizu slike hrane (npr. automatska identifikacija i procjena veličine porcije) s pridruženim poslužiteljom baze podataka o kemijskom sastavu hrane (Boushey i sur., 2016). Aplikacija „mFR“ može se skinuti na „android“ i „iOS“ pametnim telefonima. Arhitektura „TADA“ sustava po koracima prikazana je na slici 5.

U prvom koraku slike hrane koje su snimljene prije i nakon jela automatski se šalju sa „mFR“ na sigurnosni središnji poslužitelj (server) putem bežične mreže (WiFi) ili mobilne (3G/4G) mreže na analizu. Slike se šalju zajedno s podacima kao što su geolokacija (GPS), vrijeme, barkod ili kontekstualne informacije (Boushey i sur., 2017; Boushey i sur., 2015)

U drugom koraku slijedi analiza slike hrane i pića. Hrana je segmentirana na pojedinačne prehrambene artikle pomoću niza matematičkih tehnika prije klasifikacije i procjene volumena koji se izračunava na temelju oblika hrane (Boushey i sur., 2017; Boushey i sur., 2015). Zhu i sur. (2010) opisali su automatsku segmentaciju i identifikaciju hrane. Ukratko, identifikacija

hrane oslanja se na tehnike statističkog prepoznavanja uzorka, gdje se hrana razvrstava usporedbom fotografije sa slikom iz baze podataka. Slike u bazi podataka karakterizira oznaka razreda i nekoliko atributa, poput značajki teksture i značajki boje prehrambenih proizvoda.

U trećem koraku slijedi procjena veličine porcije koja ovisi o procjenjenom volumenu identificiranog prehrambenog proizvoda. Sustav za procjenu volumena temelji se na projekciji objekata iz svijeta 3D koordinata u 2D koordinatnu sliku. Predložena metoda koja se koristi za ovu rekonstrukciju je 3D metoda koja koristi geometrijske modele za procjenu veličine porcije hrane (Chen i sur., 2013; Jia i sur., 2012). Rekonstrukcija trodimenzionalnih prehrambenih proizvoda u dvodimenzionalne zahtjevna je tehnika i predstavlja jedan od većih izazova u ovakvom načinu procjene kakvoće prehrane. Znanstvenici još uvijek nisu razvili sustav koji bi sasvim samostalno mogao preračunati procjenjen volumen hrane u točnu veličinu porcije (McClung i sur., 2018). Uz to projekcijom prehrambenih proizvoda iz 3D u 2D oblik izgubi se dosta podataka što predstavlja problem i u procjeni energije hrane sa slike (Fang i sur., 2019). Novija istraživanja stoga su usmjerena na drugačije pristupe koji bi mogli sliku hrane izravno povezati sa energijom hrane. Fang i sur. (2019) predložili su novi cjelovit, automatiziran sustav za izravno procjenjivanje energije hrane sa slike. Razvili su koncept „slika raspodjele energije“. Ovaj koncept omogućuje da se prvo predloži kako se energija hrane prostorno raspodjeljuje na slici s jelom. Ovakva tehnika više ne zahtijeva postavljanje velike količine geometrijskih modela potrebnih za usklađivanje i rekonstrukciju 3D u 2D oblik različite vrste hrane s velike količine slika.

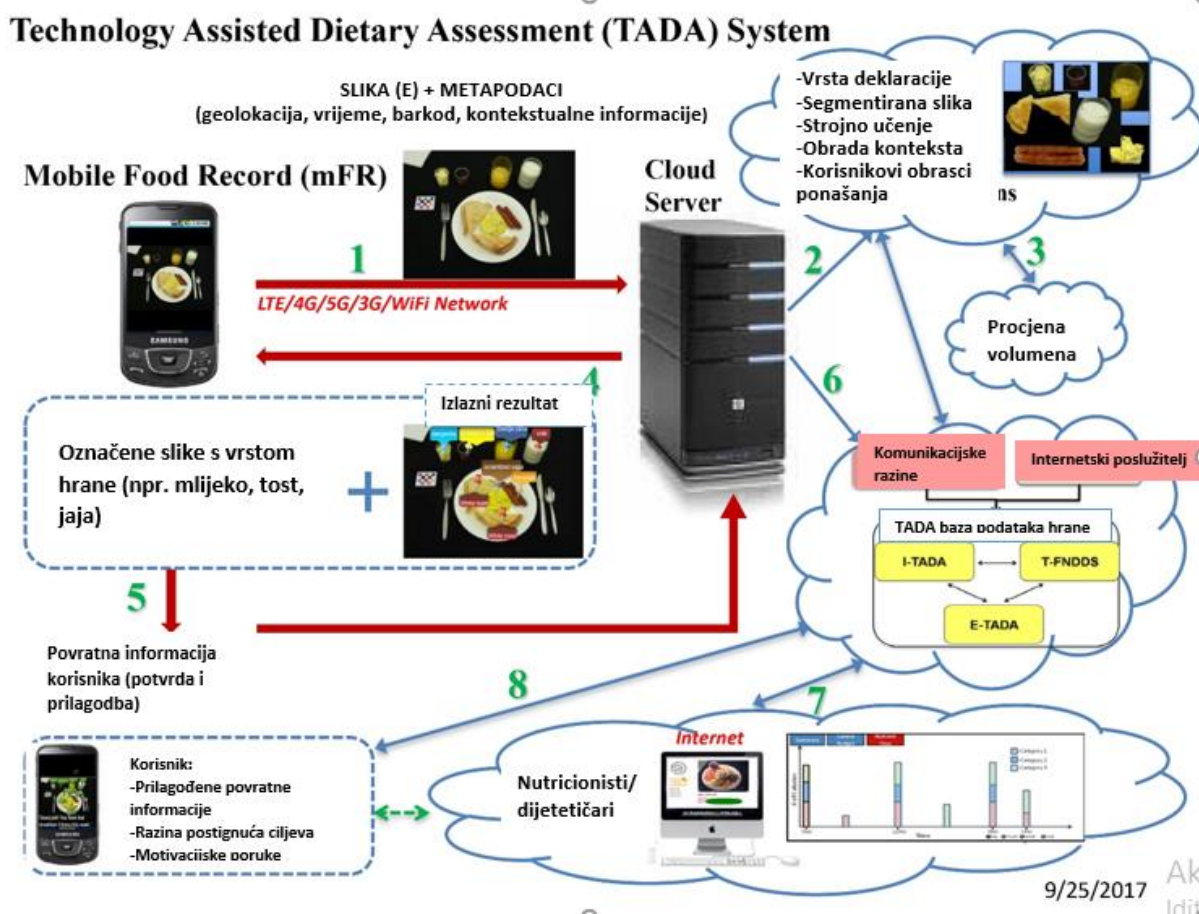
Rezultati identifikacije i procjene veličine porcije u četvrtom koraku vraćaju se ispitaniku. Obojeni mjehurići s uparenim obojenim pribadačama označavaju prehrambeni artikl (to jest svaka boja označava jedan identificirani artikl) (Boushey i sur., 2017; Boushey i sur., 2015).

Od ispitanika se u petom koraku traži da potvrdi ili promijeni automatski identificiranu hranu. Ispitanik pregledava oznake te ih potvrđuje ili uređuje. Sustav prikazuje četiri „Predložene namirnice“ poredane prema broju odgovarajućih karakteristika. Uz ova četiri prijedloga, ispitanik slobodno može potražiti i ostale namirnice u „Kompletnom popisu hrane“. Ukoliko ispitanik ne potvrdi identificiranu hranu, koristi se automatska identifikacija s najvećim brojem karakteristika. Nakon potvrde, mjehurić i odgovarajuća pribadača postaju zeleni. Kad se potvrde sve oznake, slika se vraća na poslužitelj (Boushey i sur., 2017; Boushey i sur., 2015).

U šestom koraku, prehrambeni proizvodi i veličina porcije kombiniraju se s podacima iz baze podataka o kemijskom sastavu hrane (USDA Food and Nutrient Database for Dietary Studies) za analizu energije i hranjivih tvari (Boushey i sur., 2017; Boushey i sur., 2015)

Sljedeći, sedmi korak, odnosi se na istraživače koji mogu pregledavati snimljene slike, dodatno napisane informacije, identifikaciju i analizu namirnica te preuzeti te podatke (Boushey i sur., 2017; Boushey i sur. 2015).

U osmom koraku ispitanici zaprimaju povratne informacije o njihovoj prehrani. Šalju se i informacije o uspješno postignutim ciljevima, ali i motivacijske poruke za daljnji napredak ili održavanje pravilne prehrane (Boushey i sur., 2017; Boushey i sur., 2015).

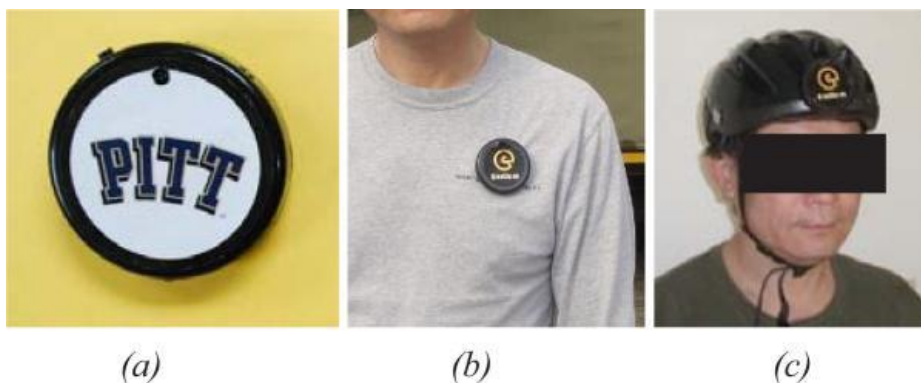


Slika 5. Struktura (arhitektura) sistema tehnološki potpomognute procjene kakvoće prehrane (TADA) temeljenoj na fotografiji (Delp i Zhu, 2017)

Mnoštvo mobilnih aplikacija temeljenih na fotografiji funkcionira na isti ili sličan način kao i TADA sustav (Wang i sur., 2019). Uz ovaj automatizirani sustav obično postoji i opcija za tekstualnu evidenciju hrane. Ova opcija koristi se ukoliko ispitanik zaboravi snimiti fotografiju ili kad sustav ne može prepoznati sliku namirnica ili procijeniti veličinu porcije (Boushey i sur., 2015).

Budući da aktivno snimanje fotografije zahtijeva intervenciju ispitanika i uzrokuje opterećenje te često utječe na odabir i količinu pojedene hrane, znanstvenici su razvili uređaje za **pasivan način snimanja**, koji prilikom snimanja fotografija ne zahtijevaju uključivanje pojedinaca. Uređaji koje su razvili su nosive kamere, a najpoznatiji primjer je „eButton“, prikazan na slici 6.

Nosiva kamera „eButton“ nosi se obično na prsima. Prikopča se za odjeću pa izgleda poput bedža ili se može nositi oko vrata tako da pada na prsa (Sun i sur., 2014). Bez ispitanikove pažnje, fotografije hrane na stolu automatski se snimaju unaprijed podešenom brzinom, primjerice jedna slika u svake dvije sekunde. Kao rezultat bilježi se čitav proces jedenja (Beltran i sur., 2016; Sun i sur., 2014). Sustav za analizu slike hrane je poluautomatski (Boushey i sur., 2017). Snimljene slike obrađuju se na sličan način kao i u „TADA“ sustavu (2. i 3. korak u opisu slike), ali je dio obrade ručan. Fotografija za procjenu volumena odabire se ručno, kao što je umetanje virtualni trodimenzionalni oblik na porciju hrane isto ručno. Računalni program potom procjenjuje volumen ugrađenog trodimenzionalnog oblika. Informacije o masi, energiji i hranjivim tvarima dobivaju se iz Food and Nutrient Database for Dietary Studies (FNDDS) baze podataka (Boushey i sur., 2017). Tanjuri i zdjele poznate veličine koriste se prilikom jela kao referentni markeri i pomažu procjeni volumena. Ovisno o kapacitetu baterije, puni se svakih 8 – 14 sati, oni uređaji s većim kapacitetom baterije su i teži (Boushey i sur., 2017; Beltran i sur., 2016; Sun i sur., 2014).



Slika 6. a) Prikaz personaliziranog primjerka „eButton“ uređaja. b) i c) primjer mjesta nošenja „eButton“ uređaja (Sun i sur., 2014)

2.2.4.2. **Vizualnim snimkama potpomognute tradicionalne dijetetičke metode**

U tradicionalnim dijetetičkim metodama potpomognutim vizualnim snimkama obično se provodi pasivno snimanje hrane (Gemming i sur., 2015b). One nadopunjavaju ili poboljšavaju točnost klasičnog tradicionalnog dnevnika prehrane ili 24-satnog prisjećanja (McClung i sur., 2018; Gemming i sur., 2015b). Koriste se ručni ili nosivi uređaji s kamerom (Gemming i sur., 2015a). Postupak snimanja sličan je kao i u dijetetičkim metodama temeljenim na vizualnim snimkama. Fotografija hrane snima se prije i nakon jela i uz hranu se postavi određeni referentni marker. Nakon skupljenih potrebnih fotografija, nutricionist/dijetetičar u intervjuu s ispitanikom na temelju 24-satnog prisjećanja pregledava fotografije i može ispitivati o načinu pripreme hrane, dodanim začinima, skrivenoj, odnosno nesnimljenoj hrani. Dnevnik prehrane se zajedno sa fotografijama hrane predaje nutricionistima/dijetetičarima na analizu. Oni sparuju fotografije sa zabilježenom hranom i prema slici određuju je li veličina porcije točno izmjerena te postoje li namirnice koje se nisu upisale (Boushey i sur., 2017). Veličinu porcije procjenjuju na temelju same fotografije ili fotografije uspoređuju sa slikama referentnih porcija s poznatom količinom hrane (FAO, 2018). Slike referentnih porcija nalaze se na računalu ili u atlasu namirnica (FAO, 2018). Na kraju izračunavaju ukupan iznos energije na temelju odgovarajućih baza s podacima o kemijskom sastavu hrane i mase hrane (u gramima) (FAO, 2018). Fotografije hrane mogu se i odmah nakon što su snimljene slati nutricionistu/dijetetičaru elektronskim putem ukoliko postoji internetska veza (Boushey i sur., 2017). Osnova izvještavanja u mobilnim aplikacijama su tekstualni ili glasovni opisi, dok je fotografija služi samo kao pomoć u prisjećanju detalja konzumirane hrane.

U aktivnom načinu snimanja primjenjuju se ručni uređaji s kamerom kao što su pametni telefoni, tableti ili digitalni fotoaparati. Ispitanik tijekom dana snima hranu na opisan način i uz to upisuje što je jeo u dnevnik prehrane (McClung i sur., 2018.)

Pasivan način snimanja podrazumijeva nosive kamere, koje minimalno zahtijevaju ispitanikovu angažiranost i zbog toga su idealne za ovu metodu. Nosive kamere razlikuju se prema veličini, mjestu nošenja, kapacitetu baterije, frekvenciji snimanja fotografije, itd (Gemming i sur., 2015a). Ranije spomenuti eButton može se koristiti i u ovoj metodi. Ipak najpopularnija i najkorištenija nosiva kamera u istraživanjima je „MicrosoftSenseCam“ (Dubourgh, 2016).

„MicrosoftSenseCam“ prikazana na slici 7, nosiva je kamera na vrpci koja se nosi oko vrata. Ima objektiv sa širokim kutem. Ova kamera pasivno snima fotografije u razmacima od otprilike

20 sekundi. Jednom kad se uključi, neprekidno radi dok to osigurava baterija, a gumbom za privatnost može se zaustaviti (Dubourgh i sur., 2016). Uređaj nema mogućnost izravnog pregleda fotografija, već se one prenose na računalo i obrađuju s posebnim softverom i potom se pregledavaju. Ispitanik tada može odlučiti koje fotografije će zadržati, a koje ukloniti. Snimanje fotografija započinje spontano kao odgovor na različite senzore – svjetlost, zvuk, temperatura, pokret. Služi kao nadopuna 24-satnom prisjećanju ili dnevniku prehrane. Fotografije kasnije pregledavaju i analiziraju nutricionisti/dijetetičari jednako kao i kod aktivnog snimanja fotografije (Dubourgh i sur., 2016).

Iz preglednog rada Dubourg i sur. (2016) gdje su opisana i analizirana sva istraživanja u kojem se koristio „MicrosoftSenseCam“ u procjeni prehrane zaključeno je da su dokazi koji potvrđuju efikasnost „MicrosoftSenseCama“ slabi, ali pozitivni.



Slika 7. Prikaz nosive kamere „SenseCam“ (Kelly i sur., 2011)

Kako bi se smanjila nelagoda zbog nošenja, nedavno su se dizajnirale kamere koje nisu toliko upadljive. Primjer je „Narrative Clip 2“ (Zhoe i sur., 2019), a prikazan je na slici 8. Relativno mali i neupadljiv uređaj prikvači se metalnom kopčom za ovratnik ili se nosi oko vrata. Dodatak Bluetooth i Wi-Fi povezivanja omogućava ispitanicima bežično učitavanje slika, bez potrebe za fizičkim povezivanjem uređaja s računalom. Dodatak Bluetooth također znači da ispitanici mogu odmah pregledati fotografije koje „Clip 2“ snima na svom pametnom telefonu pomoću prateće „iOS“ / „Android“ aplikacije. Studija Zhoe i sur. (2019) koristila je „Narrative Clip 2“ u istraživanju prednosti nosivih kamera za procjenu kakvoće prehrane kod djece. U istraživanju se pokazalo da je uporaba „Narrative Clip 2“ rezultirala smanjenjem pojave zaboravljanja prijave hrane, pogotovo međuobroka te da je poboljšala točnost 24-satnog prisjećanja djece.



Slika 8. Prikaz nosive kamere „Narrative Clip 2“ (Alves i Schor, 2015)

2.2.5. TEHNOLOGIJE TEMELJENE NA SENZORIMA

Jedne od najinovativnijih tehnologija u procjeni kakvoće prehrane su tehnologije temeljene na različitim senzorskim uređajima. Potreba za njima javila se zbog greški procjene unosa energije koje nastaju prilikom samoprocjene (Bell i sur., 2020; Alshurafa i sur., 2019; Chun i sur., 2018; Gemming i sur., 2015). Tehnologija senzora osmišljena je da ne ovisi o prisjećanju i gotovo je u potpunosti pasivna za ispitanike. Glavna svrha razvijanja nosivih senzorskih uređaja je praćenje prehranbenog ponašanja (Bell i sur., 2020; Alshurafa i sur., 2019; Chun i sur., 2018; Hassannejad i sur., 2017). Sposobni su zabilježiti vremenski period, trajanje i mikrostrukturu (dinamički proces jedenja, uključujući trajanje obroka, promjene u brzini jedenja, frekvenciji žvakanja, itd. prilikom epizode konzumiranja hrane) (Doulah i sur., 2017). Bitno je napomenuti da duljina funkcije senzora ovisi o kapacitetu baterije.

Do danas su se razvile 3 vrste nosivih uređaja za praćenje unosa energije: 1. tehnologija senzora utemeljena na vizualnim snimkama; 2. tehnologija koja se temelji na procesu jedenja (eng. *eating action unit - EAU*); 3. biokemijski parametri (Alshurafa i sur., 2019). U 1. kategoriju spadaju nosive kamere. Međutim kako je njihova funkcija da prikupljaju podatke o prehrani temeljena na vizualnim snimkama, dio su i vizualnim snimkama potpomognutih dijetetičkih metoda te su zato tamo spomenute.

2.2.5.1. Tehnologije koje se temelje na procesu jedenja

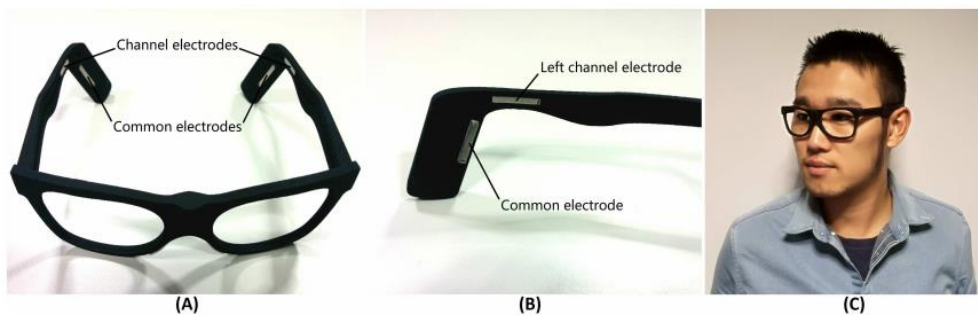
Tehnologije koje se temelje na procesu jedenja služe za razumijevanje prehranbenih obrazaca i ponašanja kalorijskog unosa, odnosno pomoću njih se promatra kada se hrana konzumira, vrijeme trajanja konzumacije te konzumira li se enegijski ili nutritivno bogata ili siromašna hrana (Bell i sur., 2020; Alshurafa i sur., 2019). Nosive senzorske tehnologije aktiviraju se kao

odgovor na jedan ili kombinaciju podražaja prilikom procesa hranjenja: pokreti rukom ili zglobovima, žvakanje/pomicanje vilice, gutanje (Bell i sur., 2020; Alshurafa i sur., 2019; Chun i sur., 2018; McClung i sur., 2018). Zahvaljujući nedavnim istraživanjima u razvoju metoda procjene kakvoće prehrane koje primjenjuju senzore, reducirana je lista raznih tipova senzorskih tehnologija, čime su istraživanja usmjerena na perspektivne tipove, a time je postavljen temelj za njihov napredak (Bell i sur., 2020; Chun i sur., 2018). Najbitnije značajke senzorskih tehnologija uz kvalitetnu izvedbu su visoka prihvatljivost kod ispitanika i primjenjivost u svakodnevnom životu (Bell i sur., 2020). Zbog toga se sve više studija usmjerava na ispitivanja koja se provode izvan kontroliranih, laboratorijskih uvjeta (Bell i sur., 2020; Doulah i sur., 2018; Zhang i Amft, 2017). Trenutno su najpraktičniji uređaji koji koriste tehnologiju senzora pametni satovi (Bell i sur., 2020). Novi trend su i multisenzori koji se sastoje od više senzora postavljenih na različite dijelove tijela (Bell i sur., 2020). Oni imaju kapacitet istovremenog praćenja više aspekata prehrane u stvarnom vremenu. Mogu odjednom detektirati prehrambeno ponašanje (npr. kad ljudi jedu), unos hrane (npr. što ljudi jedu) i kontekst (npr. gdje i s kim ljudi jedu), premda ih još uvijek prate brojni nedostaci i izazovi kao što su problem sinkronizacije više senzora odjednom, pouzdanosti u detekciji podražaja koji se prate prilikom jela i praktičnosti prilikom nošenja (Bell i sur., 2020).

U procjeni obrasca hranjenja koje se odnose na **geste ruku**, najčešće se koriste mjerenja dobivena akcelerometrom i žiroskopom (Alshurafa i sur., 2019; Chun i sur., 2018). Akcelerometar je uređaj koji mjeri ubrzanje, dok je žiroskop uređaj koji mjeri orijentaciju. Ove tehnike razvijene su kao rezultat promatranja pokreta tijela prilikom jedenja i njihove povezanosti s energijskim unosom (Alshurafa i sur., 2019). Senzori se nose oko zgloba ruke i prate pokret ruke do usta. Najčešće se ovakvi senzori nazivaju pametnim satovima (eng. *smartwatch*) (Chun i sur., 2018). Pametni satovi sa senzorskim sustavima za praćenje brzine otkucaja srca, broja koraka i druge tjelesne aktivnosti odavno su dostupni potrošačima. Tehnologija za procjenu dinamike prehrane je složenija i zahtjevnija pa stoga takvi pametni satovi nisu još postali dostupni širokoj populaciji. Komercijalni pametni satovi s ovakvim ugrađenim sustavima zapravo pokušavaju detektirati događaj ugriza, odnosno energične geste ruku koje označavaju početak i kraj konzumiranja hrane (Krystis i sur., 2018; Hassannejad i sur., 2017).

Konzumiranje čvrste hrane može se i identificirati promatranjem **kretanja čeljusti ili žvakanjem** (Chun i sur., 2018). Istraživanja pokazuju mogućnost povezanosti između broja zagriža i/ili trajanja kretanja čeljusti i jačinu zagriža s unosom energije (Chun i sur., 2018). Kao posljedica toga, dizajnirani su različiti senzori za detekciju procesa žvakanja.

Površinska elektromiografija (eng. *electromyography* - *EMG*) jedna je od mogućih metoda za detekciju žvakanja (Chun i sur., 2018; Fontana i Sazonov, 2014). Poznatiji medij koji koristi ovu senzorsku tehnologiju za procjenu kakvoće prehrane su pametne naočale (slika 9). U novijoj studiji, Zhang i Amft (2017) istražili su mogućnost uporabe pametnih naočala s elektrodama u opažanju žvakanja i jedenja u svakodnevnom životu. Postavljene elektrode mjere aktivaciju sljepoočnih mišića. Ove specifične 3D naočale uspjele su detektirati konzumaciju raznovrsne hrane od najtvrdje poput indijskih oraščića, čokolade, raznog mesa, sendviča, tjestenine, pa sve do one najmekanije poput jogurta i kaše. Ispitanici su prijavili da su se brzo prilagodili nošenju naočala i normalno su provodili aktivnosti iz svakodnevnog života.



Slika 9. (A) 3D printane naočale, prototip pametnih naočala za praćenje, s ugrađenim kompletnim elektroničkim sustavom uključujući EMG senzore, procesiranje i komunikaciju. (B) Pozicija EMG elektroda u okviru naočala. (C) Ispitanik s pametnim naočalama za praćenje (Zhang i Amft, 2017)

Druga vrsta senzora za detekciju aktivnosti žvakanja, temelji se na promatranju zvukova, odnosno vibracija koje se proizvode prilikom procesa žvakanja (Chun i sur., 2018; Hassannejad i sur., 2017; Fontana i Sazonov, 2014). Uređaj koji koristi ovu metodu prepoznavanja žvakanja naziva se ušni mikروفon. Da bi se smanjili učinci buke iz okoline, minijaturni ušni mikrofoni sadrže i referentne mikrofone za poništavanje buke (Fontana i Sazonov, 2014). Akustični signal potom se obrađuje kako bi automatski otkrio i karakterizirao konzumaciju hrane (Fontana i Sazonov, 2014). U primjeru ušnog mikrofona Karakostas i sur. (2017) hardver za detekciju žvakanja sastoji se od mikrofona spojenog putem žice na utičnicu za slušalice „Android“ pametnog telefona. Na taj način smanjen je teret spajanja na računalo i signal se može analizirati na pametnom telefonu.

Praćenje kretanja čeljusti tijekom žvakanja, umjesto praćenja zvukova žvakanja, može rezultirati jednostavnijim i preciznijim sustavom senzora, jer je ovakav senzor manje osjetljiv na buku iz okoline (Fontana i Sazonov, 2014). Senzori za praćenje zategnutosti kože postavljaju se odmah ispod ušne školjke. Jednostavna struktura senzora može doprinjeti

manjoj nametljivosti i pojednostavljenom otkrivanju unosa hrane. Senzor vrlo lako postavlja, pričvršćuje se za kožu pomoću medicinskog ljepila ili medicinske trake i može biti pričvršćen i do 24 sata bez da se odvoji (Fontana i Sazonov, 2014).

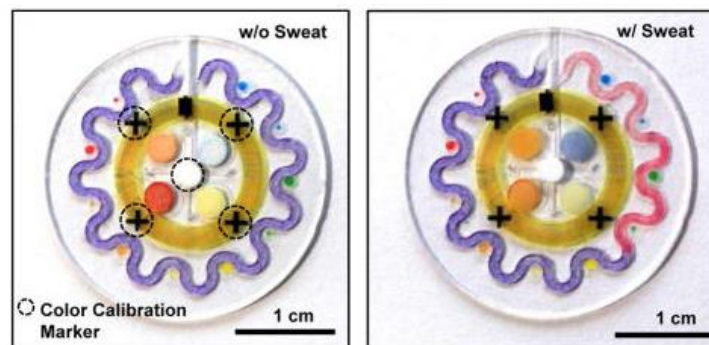
Studije su pokazale da se brzina **gutanja** značajno povećava tijekom jela, sugerirajući da promatranje epizoda gutanja može pružiti odgovarajuće informacije za otkrivanje konzumacije hrane (Fontana i Sazonov, 2014). Uređaji koji se razvili, prate procese gutanja na različite načine. Akceleratori prate ubrzanje vibracija u grlu tijekom gutanja (Fontana i Sazonov, 2014). Mini mikrofoni prate zvukove gutanja (Chun i sur., 2018). Jedan od novijih pristupa u detekciji gutanja je uređaj koji radi na osnovi elektroglografa (eng. *electroglottography - EGG*) (Chun i sur., 2018). EGG senzor prati kretanje ždrijela mjerenjem električnog otpora između dviju elektroda postavljenih oko vrata u razini ždrijela. Uz analizu procjene dinamike prehrane gutanjem, koristi se i za analizu samog gutanja i analizu govora. Prolazak bolusa hrane tijekom procesa gutanja uzrokuje značajne razlike u električnom otporu. EGG senzor mjerenjem tih razlika omogućuje otkrivanje gutanja.

Procjena energijskog unosa uz pomoć ovdje spomenutih senzora vrlo je izazovno i gotovo uvijek zahtijeva pomoć nosivih kamera ili samoprocjena o unesenoj hrani putem tradicionalnog 24-satnog prisjećanja ili dnevnika prehrane (Yang i sur., 2019). Znanstvenici još nisu uspjeli razviti senzor za EAU mehanizme s matematičkim modelom koji je dovoljno točan i napredan da se može primjenjivati za pasivnu procjenu kakvoće prehrane izvan laboratorijskih uvjeta (Yang i sur., 2019). Obrasci gutanja i žvakanja ovise o reološkim svojstvima i teksturi hrane koja se konzumira i zato značajke dobivene iz promatranja procesa gutanja i žvakanja putem tehnologije senzora mogu pružiti korisne informacije o svojstvima hrane (Yang i sur., 2019). Neki pristupi poput praćenja zvuka prilikom žvakanja ili brojanja ugriza na temelju pokreta ruke razvili su modele linijske regresije koji su donekle mogli predvidjeti masu zalogaja i približno procijeniti energijski unos (Yang i sur., 2019).

2.2.5.2. **Senzori koji se temelje na biokemijskim parametrima**

Unos hranjivih tvari i ukupan energijski unos rezultira mnogim biokemijskim promjenama u tijelu. Za identifikaciju biokemijskih markera i njihovu povezanost s procjenom kakvoće prehrane ulažu se veliki naponi (Alshurafa i sur., 2019). Nove vrste biokemijskih i elektrokemijskih sustava senzora mogu se upotrijebiti za analizu promjena metaboličkih aktivnosti uočeni u slini, suzama ili znoju. Tjelesne tekućine poput znoja, sline i suza predstavljaju potencijalnu alternativu krvi i zanimljivi su zbog neinvazivnog načina prikupljanja uzoraka i bogatog sadržaja biokemijskih markera koja daju uvid u zdravstveni i nutritivni status

pacijenta (Ray i sur., 2019). Npr. koncentracijom laktata u znoju moguće je spoznati tijekom tjelesne aktivnosti prijelaz ljudskog tijela iz aerobnog u anaerobno stanje i obrnuto (Ray i sur., 2019). Kako se detektiranje različitih elektrolita i metabolita na ovaj način može povezati s procjenom kakvoće prehrane, još uvijek nije razjašnjeno (Alshurafa i sur., 2019). Uređaji koji se koriste za detekciju iznimno malih volumena znoja su mekani mikrofluidni uređaji nepropusni za vodu (slika 10). Oni istovremeno nadziru sastav znoja (koncentracija laktata, glukoze, elektrolita) putem amperometrijskih i potenciometrijskih tehnika (Ray i sur., 2019). Lijepe se na nadlakticu ruke.



Slika 10. Senzor za detekciju laktata, glukoze elektrolita (klorid i natrij) u znoju. Lijeva slika prikazuje boje senzora bez ulaska znoja, a desna slika sa znojom (Ray i sur., 2019)

2.3. VALIDACIJE DIJETETIČKIH METODA KOJE PRIMJENJUJU SUVREMENE TEHNOLOGIJE

Najveći nedostatak metoda koje primjenjuju suvremene tehnologije je nedovoljan broj pilot studija i validacija (Amoutzopoulos i sur., 2018). Razumijevanje pogrešaka koje se javljaju u procjeni unosa energije i hranjivih tvari uz pomoć tradicionalnih dijetetičkih metoda bolje je zbog provedenih brojnih istraživanja i validacija ovih metoda (Rollo i sur., 2016). U metoda koje primjenjuju nove tehnologije javlja se velika potreba za strogim i temeljitim ocjenjivanjem i potvrđivanjem prihvatljivosti svake za procjenu kakvoće prehrane (Amoutzopoulos i sur., 2018; Cade, 2017; Rollo i sur., 2016). Validacija dijetetičkih metoda vrši se pomoću biokemijskih markera, odnosno biomarkera ili usporedbom s referentnim tradicionalnim metodama, najčešće 24-satnim prisjećanjem (Eldridge i sur., 2019; Kirkpatrick i sur., 2019). Pregled validacija, kao i osnovnih obilježja većine alata koje primjenjuju suvremene tehnologije mogu se naći na internetskoj stranici „Nutritools“. Iako je broj pilotnih studija i validacija metoda koje primjenjuju suvremene tehnologije mali, istraživanja koja se provode uključuju različite kategorije ispitanika (različite dobi, trudnice, pretile, prekomjerne tjelesne mase, s

dijabetesom, mentalnim poremećajima, itd. (Chan i sur., 2020; Kouvari i sur., 2020; Norman i sur., 2020; Gregorič i sur., 2019; Ashmann i sur., 2017; Bathgate i sur., 2017; Rollo i sur., 2015). Bitno je spomenuti da se u validacijama suvremenih tehnologija mora temeljito ocijeniti i reprezentativnost ugrađenih baza podataka s popisom namirnica, matematičkih modela za automatiziranu identifikaciju hrane i procjenu veličine porcije, te primjenjivosti senzora u svakodnevnim uvjetima života i s obzirom na preciznost detekcije aktivnosti unosa hrane.

2.3.1. Validacije pomoću usporedbe s referentnim dijetetičkim metodama

U validacijama koje uspoređuju preciznost metoda koje primjenjuju suvremene tehnologije s referentnim tradicionalnim metodama bitan je način na koji se validacija provodi (Kirkpatrick i sur., 2019; Cade, 2017). Primjer načina na koji se može poboljšati provođenje studija validacija dijetetičkih metoda za samostalnu procjenu kakvoće prehrane je praćenje koraka opisanih u radu Kirkpatricka i sur. (2019). Ukoliko metoda validacije određenog alata nije dovoljno temeljita i ne pruža reprezentativne rezultate, potrebno ju je ponoviti, nekad čak više od tri puta (Timon i sur., 2016). U studijama validacija interaktivnih računalnih i internetskih alata za 24-satno prisjećanje bitno je i koliko se puta ponavlja ispunjavanje online izvještaja, ali i izvještaja 24-satnog prisjećanja u papirnom obliku, korištenog za usporedbu (Timon i sur., 2016). Povećanjem broja ponavljanja metode 24-satnog prisjećanja, povećava se i preciznost procjene kakvoće prehrane. Također izvještaji se mogu ispunjavati samostalno ili u obliku intervjua s treniranim istraživačem (Timon i sur., 2016). Primjer metode validacije metoda potpomognuth fotografijom je studija Normana i sur. (2020). U ovoj studiji ocijenjivala se procjena kakvoće prehrane u djece primjenom digitalne fotografije snimljene uz pomoć pametnog telefona u usporedbi sa tradicionalnim 24-satnim prisjećanjem i FFQ-om. U nekim validacijama, preciznost određene metode koja koristi novu tehnologiju ocijenjuje se usporedbom s drugom metodom koja također koristi novu tehnologiju. Tako se u studiji (Chui i sur. (2020) uređaj koji primjenjuje senzorske tehnologije i vizualne snimke „DietCam“ validirao usporedbom sa „Sony“ pametnim naočalama koje se temelje na automatiziranom snimanju fotografije hrane. Studije validacija obično se odnose na ocjenjivanje i potvrđivanje preciznosti metoda s obzirom na procjenjen unos energije. U validacijama suvremenih alata gdje su se rezultati ukupnog energijskog unosa uspoređivali s referentnim pisanim 24-satnim prisjećanjem pokazalo se da većina novih alata jednako kvalitetno procjenjuje prehranu kao i metode bazirane na papiru (Eldridge i sur., 2019). Procjenjene vrijednosti energije većinom novih tehnologija odstupale su unutar 60 kcal s uspoređenim vrijednostima procjenjenim

tradicionalnom metodom, što je relativno zanemarivo odstupanje. Usporedba unosa makronutrijenata također nije previše odstupala od vrijednosti procijenjenih tradicionalnim metodama. Najmanje su odstupao procijenjen unos proteina, a najviše unos ugljikohidrata (Eldridge i sur., 2019). U svim spomenutim studijama, preglednim radovima i na temelju pregledanih alata na internetskoj stranici „Nutritools“(MRC, 2017) može se zaključiti da su rezultati validiranih metoda koje koriste nove tehnologije s obzirom na procijenjen unos energije uglavnom usporedni s referentnim dijetetičkim metodama te da se dobivene vrijednosti relativno podudaraju.

2.3.1. Validacije pomoću usporedbe s dvostruko označenom vodom (DLW)

Biomarker koji se najčešće koristi za validaciju metoda za procjenu kakvoće prehrane je dvostruko označena voda ili DLW pomoću koje se određuje TEE odnosno ukupna potrošnja energije. Validacija upotrebom DLW vrlo je skupa, ali i najpreciznija metoda kojom se određuje TEE. Naziva se i „zlatnim standardom“ za procjenu unosa energije (Rollo i sur., 2016; Timon i sur., 2016). Vrlo mali broj suvremenih alata za procjenu kakvoće prehrane je validiran ovom metodom (Eldridge i sur., 2019, Cade, 2017; Timon i sur., 2016). Unos energije procijenjen novim tehnologijama kao što su „MicrosoftSenseCam“, „NuDAM“, „RFPM“ i „TADA“ bio je znatno niži od TEE – vrijednosti su varirale od 179-895 kcal (Eldridge i sur., 2019). U validaciji „ASA24“ alata i internetske „Riksmaten“ metode za procjenu kakvoće prehrane, u usporedbi sa DLW procijenjene vrijednosti energije bile su također značajno podcijenjene (- 394 kcal u „ASA24“ i - 598 kcal u „Riksmaten“ metodi) (Conrad i sur., 2018). Općenito u svim studijama validacije izvedbe dijetetičkih metoda koje primjenjuju nove tehnologije u usporedbi s DLW, procijenjene vrijednosti energijskog unosa znatno odstupaju od vrijednosti dobivenih koristeći zlatni standard. Razlog tome mogu biti ograničeni popisi namirnica unutar alata temeljenih na suvremenim tehnologijama (Conrad i sur., 2018).

2.4. OSVRT

Svaka spomenuta suvremena tehnologija za procjenu kakvoće prehrane sadrži određene karakteristike s kojima se potrebno temeljito upoznati prije odabira najprikladnije dijetetičke metode za istraživanje. Postupci funkcioniranja i rukovanja razlikuju se od tehnologije do tehnologije i čak unutar svake kategorije nove tehnologije postoji velik broj uređaja, odnosno alata s bitnim međusobnim razlikama. Stoga je bitno u istraživanjima prilikom biranja dijetetičke metode koja primjenjuje suvremenu tehnologiju razmotriti i značajke svakog

uređaja/alata. Pri biranju najprikladnije dijetetičke metode koja koristi suvremenu tehnologiju može pomoći web stranica „Nutritools“ (Cade, 2017; MRS, 2017). Metode temeljene na suvremenim tehnologijama ili dopunjavaju određenu tradicionalnu dijetetičku metodu ili se koriste kao alternativa istim. S obzirom na tradicionalne metode posjeduju određene prednosti i ograničenja koji su prikazani u tablici 2. Tablica je temeljena na podacima iz tablice prednosti i ograničenja inovativnih tehnologija za poboljšanje procjene kakvoće prehrane iz knjige: *Dietary Assessment: A resource guide to method selection and application in low resource settings* (FAO, 2018), uz dodatne navode iz ostale pregledane literature.

Tablica 2. Osnovne prednosti i ograničenja suvremenih tehnologija koje se koriste za procjenu kakvoće prehrane.

SUVREMENA TEHNOLOGIJA ZA PROCJENU KAKVOĆE PREHRANE	PREDNOSTI	OGRANIČENJA
INTERAKTIVNE RAČUNALNE I INTERNETSKE TEHNOLOGIJE	<p>Praktičnost - smanjeno opterećenje ispitanika i istraživača (ispunjavanje izvještaja o unosu hrane bilo kad i bilo gdje)</p> <p>Smanjena cijena istraživanja</p> <p>Interaktivni vizualni i glasovni efekti</p> <p>Bolja kontrola istraživanja – može se obuhvatiti veći broj ispitanika iz ciljanje populacije i prikupiti veći broj cjelovitih podataka (internetske)</p> <p>Mogućnost personalizirane povratne informacije o prehrani (internetske)</p> <p>Mogućnost slanja podsjetnika (internetske)</p>	<p>Potrebne su prilagodbe softvera za primjenu dijetetičkih metoda</p> <p>Od ispitanika se zahtijevaju visoka razina pismenosti i računalne vještine</p> <p>Vjerojatnost da se prikupi manje pojedinosti o konzumiranoj hrani (npr. sastojci, način pripreme itd.)</p> <p>Zahtijeva pristup internetu (internetske tehnologije)</p>

<p>MOBILNE TEHNOLOGIJE</p>	<p>Praktičnost</p> <p>Mogućnost slanja podsjetnika</p> <p>Mogućnost postavljanja ciljeva i slanja povratnih informacija o kakvoći prehrane</p> <p>Bolja kontrola istraživanja</p> <p>Prigodne za istraživanja koja prate promjene u prehrambenom ponašanju</p>	<p>Velika heterogenost mobilnih aplikacija vezanih uz procjenu kakvoće prehrane koje su namijenjene potrošačima</p> <p>Postupak razvoja aplikacije je skup dugotrajan</p> <p>Mali broj aplikacija nudi informaciju o ukupnom energijskom unosu i unosu hranjivih tvari</p> <p>Zahtijeva određenu razinu pismenosti</p> <p>Poteškoće u prijavi složenih jela</p>
<p>TEHNOLOGIJE VIZUALNIH SNIMKI (METODE UTEMELJENE NA VIZUALNOJ SNIMCI)</p>	<p>Automatizacija - praćenje prehrambenog unosa u stvarnom vremenu</p> <p> smanjenje opterećenja ispitanika zbog smanjene potrebe za njegovim uključivanjem u izvještavanje</p>	<p>Postupak razvoja aplikacija i softvera je skup i dugotrajan zbog složenosti u postupku automatizacije softvera za identifikaciju hrane i procjenu veličine porcije</p> <p>Nedovoljno napredni sustavi zahtijevaju intervenciju ispitanika – povećavanje opterećenja</p> <p>Zahtijeva određenu razinu pismenosti</p> <p>Potreban je pristup internetu</p>
<p>TEHNOLOGIJE VIZUALNIH SNIMKI (TRADICIONALNE METODE POTPOMOŽNE VIZUALNOM SNIMKOM)</p>	<p>Jednostavno se koriste</p> <p>Gotovo u potpunosti pasivne za ispitanike – smanjeno opterećenje</p> <p>Prikladne za ispitanike s poteškoćama u pamćenju i djecu</p>	<p>Ispitanici mogu zaboraviti snimiti fotografije jela</p> <p>Ne mogu se skupiti sve informacije o konzumiranoj hrani iz jedne fotografije</p>

	<p>Nadopunjavanjem pisanih izvještaja pomoću fotografije ili snimke iznimno se povećava preciznost u procjeni kakvoće prehrane</p> <p>Nije potrebna visoka tehnološka pismenost</p>	<p>Istraživač mora analizirati i pisane izvještaje i fotografije hrane – povećava se opterećenje</p>
<p>TEHNOLOGIJE TEMELJENE NA SENZORIMA</p>	<p>Mogućnost objektivne procjene kakvoće prehrane</p> <p>Pasivne za ispitanike – smanjeno opterećenje</p> <p>Upotpunjavaju razumijevanje individualnog prehrambenog ponašanja i dinamiku prehrane</p>	<p>Istraživanja se obično provode u kontroliranim uvjetima</p> <p>Visoka cijena uređaja</p> <p>Nemogućnost procjene unosa energije i hranjivih tvari</p> <p>Teškoće u raspoznavanju aktivnosti „jedenja“ od aktivnosti „ne-jedenja“ prilikom detekcije</p> <p>Nošenje uređaja stvara osjećaj nelagode</p>

2.4.1. Smjerovi u budućnosti

Povećanje broja objavljenih radova koji istražuju suvremene tehnologije za procjenu kakvoće prehrane u posljednjih 5 godina sugerira da je potreba za primjenom ovih novih i alternativnih metoda u istraživanjima stvarna. Nedavna istraživanja uspjela su iz sume alata/uređaja temeljenih na novim tehnologijama izdvojiti one s najvećom perspektivom za uspješnu primjenu u velikim istraživanjima. Dominirat će istraživanja usmjerena na napredak i poboljšanje reprezentativnosti već razvijenih i izdvojenih suvremenih tehnologija, u odnosu na razvoj novih metoda za procjenu kakvoće prehrane. Napredak već razvijenih novih tehnologija odnosi se na poboljšanje i razvoj algoritama i matematičkih modela u suvremenim tehnologijama za uspješniju automatizaciju određene dijetetičke metode (Bell i sur., 2020;

Eldridge i sur., 2019). Predviđa se i širenje primjene i prilagodba ovih tehnologija na veći broj država (Amoutzopoulos i sur., 2018).

Iako još uvijek postoje zahtjevi za povećanjem broja istraživanja validacije za utvrđivanje izvodljivosti, pouzdanosti i ekonomičnosti suvremenih tehnologija, trenutno je samo pitanje vremena kad će se implementirati u velikim epidemiološkim istraživanjima (Amoutzopoulos i sur., 2018). Kvalitetno dizajnirane i provedene studije validacija otkrit će koje sve poteškoće primjenom tehnologijama postoje i zašto se javljaju. Tek tada će biti jasnije kojem smjeru treba krenuti za njihovu eliminaciju.

Povećat će se broj istraživanja koji prate utjecaj povratnih informacija o kakvoći prehrane na promjenu prehrambenih navika i ponašanja te će se povećat i broj istraživanja koja prate dinamiku prehrane. Moguće je da će kombinacija ovih istraživanja u budućnosti dati precizniju i potpuniju sliku prehrane pojedinca i određene skupine u populaciji. Razvit će se bolje razumijevanje prehrambenog ponašanja ljudi koje se može iskoristiti za razvoj prilagođena i personalizirana intervencija (Bell i sur., 2020). Intervencije će se koristiti u predviđanju i mijenjanju ponašanja povezanog s pretilošću što će u olakšati i ubrzati borbu protiv svjetske epidemije pretilosti i nezaraznih bolesti povezanih s pretilošću (Bell i sur., 2020).

3. ZAKLJUČAK

Potreba za razvojem dijetetičkih metoda koje primjenjuju suvremene tehnologije prisutna je zbog mnogih ograničenja tradicionalnih dijetetičkih metoda. U ovom radu iz tog razloga cilj je bio dati pregled suvremenih tehnologija koje se koriste za procjenu kakvoće prehrane. To su osobni digitalni asistent (PDA), interaktivne računalne i internetske tehnologije, mobilne tehnologije, vizualnom snimkom potpomognute dijetetičke metode i tehnologije temeljene na sensorima. Cilj suvremenih tehnologija je automatizirati i time poboljšati samoprocjenu kakvoće prehrane, na način da djelomično ili u potpunosti zamijene konvencionalne dijetetičke metode.

Cilj ovog rada bio je i objediniti sve prednosti i nedostatke, odnosno ograničenja spomenutih tehnologija u odnosu na tradicionalne dijetetičke metode. Najvažnije prednosti su smanjeno opterećenje ispitanika i istraživača, ekonomičnost i bolja kontrola istraživanja, ispitanikovo favoriziranje suvremenih tehnologija, mogućnost pružanja povratnih informacija o kakvoći prehrane putem mobilnih aplikacija i internetskih stranica te dodatno razumijevanje prehrambenog ponašanja korištenjem senzorskih tehnologija. Najveće ograničenje je

nedovoljan broj provedenih studija validacija. U usporedbi procjena unosa energije suvremene tehnologije s dvostruko označenom vodom (DLW) vrijednosti unosa energije su značajno podcijenjene, dok je odstupanje vrijednosti procjenjenog unosa energija i hranjivih tvari u usporedbi s određenom referentnom dijetetičkom metodom (najčešće 24-satno prisjećanje) bilo relativno nisko. Bitan nedostaci koji doprinose nepotpunim izvještajima su ograničene baze podataka s popisom namirnica, potreba za određenom tehnološkom pismenošću te nedovoljno napredni sustavi za automatsku identifikaciju hrane, procjenu veličine porcije i detekciju aktivnosti konzumiranja hrane.

Nove tehnologije, iako iz dana u dan postaju sve naprednije, još uvijek nisu dovoljno usavršene da bi samostalno zamijenile tradicionalne dijetetičke metode. Bez obzira na to u budućnosti se očekuje da će njihov daljni napredak biti uspješan i da će se uskoro početi primjenjivati i u velikim epidemiološkim istraživanjima čime će doprinijeti preciznijoj procjeni kakvoće prehrane i prehrambenih ponašanja skupina ispitanika. Bolja procjena kakvoće prehrane i shvaćanje prehrambenog ponašanja mogu se iskoristiti u promoviranju pravilne prehrane i smanjenju broja ljudi s prekomjernom tjelesnom masom i pretilih te prevenciji pojave nezaraznih bolesti koje su povezane s pretilošću.

4. POPIS LITERATURE

Ahn J. S., Kim D. W., Kim J., Park H., Lee J. E. (2019) Development of a Smartphone Application for Dietary Self-Monitoring. *Frontiers in Nutrition* **6**: 149.

Ashman A. M., Collins C. E., Brown L. J., Rae K. M., Rollo M. E. (2017) Validation of a Smartphone Image-Based Dietary Assessment Method for Pregnant Women. *Nutrients* **9**(1): 73.

Albar S. A., Carter M. C., Alwan N. A., Evans C. E. L., Cade J. E. (2015) Formative evaluation of the usability and acceptability of myfood24 among adolescents: a UK online dietary assessments tool. *BMC Nutrition* **1**: 29.

Alshurafa N., Wen Lin A., Zhu F., GHAFFARI r., Hester J., Delp E., Rogers J., Spring B. (2019) Counting Bites With Bits: Expert Workshop Addressing Calorie and Macronutrient Intake Monitoring. *Journal of Medical Internet Research* **21**(12): e14904.

Alves M., Schol P. (2015) Preoperative automatic visual behavioural analysis as a tool for intraocular lens choice in cataract surgery. *Arquivos brasileiros de oftalmologia* **78**: 94 – 99.

Ambrosini G. L., Huworth M., Giglia R., Trapp G., Strauss P. (2018) Feasibility of a commercial smartphone application for dietary assessment in epidemiological research and comparison with 24-h dietary recalls. *Nutrition Journal* **17**: 5.

Amoutzopoulos B., Steer T., Roberts C., Cade J. E., Boushey C. J., Collins C. E., Trolle E., Boer E. J., Ziauddin N., van Rossum C., Buema E., Coyle D., Page P (2018) Traditional methods v. new technologies – dilemmas for dietary assessment in large-scale nutrition surveys and studies: a report following an international panel discussion at the 9th International Conference on Diet and Activity Methods (ICDAM9), Brisbane, 3 September 2015. *Journal of Nutritional Science* **7**: e11.

Ashman A. M., Collins C. E., Brown L. J., Rae K. M., Rollo M. E. (2017) Validation of a Smartphone Image-Based Dietary Assessment Method for Pregnant Women. *Nutrients* **9**(1): 73.

Bell B. M., Alam R., Alshurafa N., Thomaz E., Mondol A. S., de la Haye K., Stanković J. A., Lach J., Spruijt-Metz D. (2020) Automatic, wearable-based, in-field eating detection approaches for public health research: a scoping review. *npj Digital Medicine* **3**: 38.

Beltran A., Dadabhoy H., Chen T. A., Lin C., Jia W., Baranowski J., Yan G., Sun M., Baranowski T. (2016) Adapting the eButton to the Abilities of Children for Diet Assessment. *Proc Meas Behav.* **2016**: 72 – 81.

Bonn S. E., Löf M., Östenson C. G., Lageross Y. T. (2019) App-technology to improve lifestyle behaviors among working adults - the Health Integrator study, a randomized controlled trial. *BMC Public Health* **19**(1): 273.

Boushey C. J., Harray A. J., Kerr D. A., SCHAP T. R. E., Paterson S., Aflague T., Ruiz M. B., Ahmad Z., Delp E. J. (2015) How Willing Are Adolescents to Record Their Dietary Intake? The Mobile Food Record. *JMIR Mhealth Uhealth* **3**(2): e47.

Boushey C. J., Spoden M., Zhu F. M., Delp E. J., Kerr D. A. (2017) Conference on 'New technology in nutrition research and practice' Symposium 1: New technologies in dietary assessment: New mobile methods for dietary assessment: review of image-assisted and image-based dietary assessment methods. *Proceedings of Nutrition Society* **76**: 283 – 294.

Cade J. E. (2017) Measuring diet in the 21st century: use of new technologies. *Proceedings of Nutrition Society* **76**: 276 – 282.

Carter M. C., Albar S. A., Morris M. A., Mulla U. Z., Hancock N., Evans C. E., Alwan N. A., Greenwood D. C., Hardie L. J., Frost G. S., Wark P. A., Cade J. E. (2015) Development of a UK Online 24-h Dietary Assessment Tool: myfood24. *Nutrients* **7**: 4016 – 4032.

Chen H-S., Jia W., Yue Y., Li Z., Sun Y-N., Fernstrom J. D., Sun M. (2013) Model-based measurement of food portion size for image-based dietary assessment using 3D/2D registration. *Measurement Science and Technology* **24**(10): 10.

Chui T. K., Tan J., Li Y., Raynor H. A. (2020) Validating an automated image identification process of a passive image-assisted dietary assessment method: proof of concept. *Public Health Nutrition* **23**: 2700-2710.

Chun K. S., Bhattacharya S., Thomaz E. (2018) Detecting Eating Episodes by Tracking Jawbone Movements with a Non-Contact Wearable Sensor. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies* **2**(1): 4.

Conrad J., Koch S. A. J., Nothlings U. (2018) New approaches in assessing food intake in epidemiology. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Medical Carce* **21**: 343 – 351.

Conrad J., Nothlings U. (2017) Innovative approaches to estimate individual usual dietary intake in large-scale epidemiological studies. *Proceeding of Nutrition Society* **76**: 213 – 219.

Delp E. J., Zhu F. M. (2017.) Technology Assisted Dietary Assessment VIPER – Video and Image Processing Laboratory, <<http://www.tadaproject.org/>>. Pristupljeno 3. kolovoza 2020.

Doulah A., Faroq M., Yang X., Parton J., McCroy M. A., Higgins J. A., Sazonov E. (2017) Meal Microstructure Characterization from Sensor-Based Food Intake Detection. *Frontiers in Nutrition* **4**: 31.

Doulah A., Yang X., Parton J., Higgins J. A., McCrory M. A., Sazonov E. (2018) The importance of field experiments in testing of sensors for dietary assessment and eating behavior monitoring. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* **2018**: 5759 – 5762.

Dubourg L., Silva A. R., Fitamen C., Moulin C. J. A., Souchay C. (2016) SenseCam: A new tool for memory rehabilitation? *Revue Neurologique* **172**(12): 735 - 747.

Eldridge A. L., Piernas C., Ilners A-K., Gibney M. J., Gurinović M. A., de Vries J. H. M., Cade J. E. (2019) Evaluation of New Technology-Based Tools for Dietary Intake Assessment—An ILSI Europe Dietary Intake and Exposure Task Force Evaluation. *Nutrients* **11**(1): 55. doi: 10.3390/nu11010055.

EGRP (2020) National Cancer Institute. EGRP – Epidemiology and Genomics Research Program, <<https://epi.grants.cancer.gov/asa24/respondent/methodology.html>>. Pristupljeno 27. kolovoza. 2020.

Fang S., Shao Z., Kerr D. A., Boushey C. J., Zhu F. (2019) An End-to-End Image-Based Automatic Food Energy Estimation Technique Based on Learned Energy Distribution Images: Protocol and Methodology. *Nutrients* **11**(4): 877.

FAO (2018) *Dietary Assessment: A resource guide to method selection and application in low resource settings*. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

Fontana J. M., Sazonov E. (2014) Chapter 7.4 - Detection and Characterization of Food Intake by Wearable Sensors. U: *Wearable Sensors Fundamentals, Implementation and Applications*, Sazonov E., Neuman M. R., ur. Academic press. str. 591 – 616.

Gemming L., Doherty A., Utter J., Shields E., Mhurchu C. N. (2015a) The use of a wearable camera to capture and categorise the environmental and social context of self-identified eating episodes. *Appetite* **92**: 118 – 125.

Gemming L., Utter J., Mhurchu C. N. (2015b) Image-Assisted Dietary Assessment: A Systematic Review of the Evidence. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **115**: 64 – 77.

Gregorič M., Zdešar Kotnik K., Pigac I., Gabrijelčič Blenkuš M. (2019) A Web-Based 24-H Dietary Recall Could Be a Valid Tool for the Indicative Assessment of Dietary Intake in Older Adults Living in Slovenia. *Nutrients*. **11**(9): 2234.

Jia W., Yue Y., Fernstorm J. D., Yao N., Sclabassi R. J., Fernstorm M. H., Sun M. (2012) Imaged based estimation of food volume using circular referents in dietary assessment. *Journal of Food Engineering* **109**: 76 – 86.

Karakostas I., Papapanagiotou V., Delopoulos A. (2017) Building Parsimonious SVM Models for Chewing Detection and Adapting Them to the User. U: *New Trends in Image Analysis and Processing – ICIAP 2017*. ICIAP 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10590, Battiato S., Farinella G., Leo M., Gallo G., Springer. str. 403 – 410.

Kim J., Imani S., de Araujo W. R., Warchill J., Valdés-Ramírez G., Paixão T. R. L. C., Mercier P. P., Wang J. (2015) Wearable salivary uric acid mouthguard biosensor with integrated wireless electronics. *Biosens Bioelectron.* **74**: 1061 – 1068.

Kirkpatrick S. I., Baranowski T., Subar A. F., Tooze J. A., Frongillo E. A. (2019) Best Practices for Conducting and Interpreting Studies to Validate Self-Report Dietary Assessment Methods. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **119**, 1801 – 1816.

Kouvari M., Mamalaki E., Bathrellou E., Poulimeneas D., Yannakoulia M., Panagiotakos D. B. (2020) The validity of technology-based dietary assessment methods in childhood and adolescence: a systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* (objavljeno *online* 20. travnja 2020.).

Kristal A. R., Kolar A. S., Fisher J. L., Plascak J. J., Stumbo P. J., Weiss R., Paskett E. D. (2014) Evaluation of Web-Based, Self-Administered, Graphical Food Frequency Questionnaire. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **114**: 613 – 621. doi: 0.1016/j.jand.2013.11.017.

Krystis K., Diou C., Delopoulos A. (2018) End-to-end Learning for Measuring in-meal Eating Behavior from a Smartwatch. 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society EMBC. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* **2018**: 5511 – 5514.

Li Y., Ding J., Wang Y., Tang C., Zhang P. (2019) Nutrition-Related Mobile Apps in the China App Store: Assessment of Functionality and Quality. *JMIR Mhealth Uhealth* **7**(7): e13261.

Mason T. B., Do B., Wang S., Dunton G. F. (2020) Ecological momentary assessment of eating and dietary intake behaviors in children and adolescents: A systematic review of the literature. *Appetite* **144**: 104465.

Martin C. K., Correa J. B., Han H., Allen R., Rood J. C., Chambagne M., Gunturk B. K., Bray G. A. (2012) Validity of the Remote Food Photography Method (RFPM) for estimating energy and nutrient intake in near real-time. *Obesity (Silver Spring)* **20**: 891 – 899.

McClung H. L., Ptomey L. T., Shook R. P., Aggarwai A., Gczyca A. M., Sazonov E. S., Becofsky K., Weiss R., Das K. S. (2018) Dietary Intake and Physical Activity Assessment: Current Tools, Techniques, and Technologies for Use in Adult Populations. *American Journal of Preventive Medicine*. **55**: 93 – 104.

Moore H. J., Hillier F. C., Batterham A. M., Ells L. J., Summerbell C. D. (2013) Technology-based dietary assessment: development of the Synchronised Nutrition and Activity Program (SNAPTM). *Journal of Human Nutrition and Dietetics* **27**: 36 – 42.

MRC (2017) DIET@NET (DIETary Assessment Tools NETwork). MRC – Medical Research Council, <<https://www.nutritools.org/tools>>. Pristupljeno 27. kolovoza 2020.

Norman A., Kjellenberg K., Arechiga D. T., Löf M., Patterson E. (2020) "Everyone can take photos." Feasibility and relative validity of phone photography-based assessment of children's diets – a mixed methods study. *Nutrition Journal* **19** (1): 50.

Patel M. L., HopkinS C. M., Brooks T. L., Bennett G. G. (2018) Comparing Self-Monitoring Strategies for Weight Loss in a Smartphone App: Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth* **7**(2): e12209.

Polfuss M., Moosreiner A., Boushey C. J., Delp E. J., Zhu F. (2018) Technology-Based Dietary Assessment in Youth with and Without Developmental Disabilities. *Nutrients* **10**(10): 1482.

Ptomey L. T., Herrmann S. D., Lee J., Sullivan D. K., Rondon M. F., Donnelly J. E. (2013) Photo-Assisted Recall Increases Estimates of Energy and Macronutrient Intake in Adults

with Intellectual and Developmental Disabilities. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* **113**: 1704 – 1709.

Ray T. R., Choi J., Bandodkar A. J., Krishnan S., Gutruf P., Tian L., Ghaffari R., Rogers J. A. (2019) Bio-Integrated Wearable Systems: A Comprehensive Review. *Chemical Reviews* **119**: 5461 – 5533.

Rollo M. E., Ash S., Lyons-Wall P., Russel A. W. (2015) Evaluation of a Mobile Phone Image-Based Dietary Assessment Method in Adults with Type 2 Diabetes. *Nutrients* **7**: 4897 – 4910.

Rollo M. E., Williams R. L., Burrows T., Kirkpatrick S. I., Bucher T., Collins C. E. (2016) What Are They Really Eating? A Review on New Approaches to Dietary Intake Assessment and Validation. *Current Nutrition Reports* **5**: 307 – 314.

Storey K. E. (2015) A changing landscape: web-based methods for dietary assessment in adolescents. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolice Care* **18**: 437 – 445.

Subar A. F., Kirkpatrick S. I., Mittl B., Palmer Zimmerman T., Thompson F. E., Bingley C., Willis G., Islam N. G., Baranowski T., McNutt S., Potischman N. (2012) The Automated Self-Administered 24-Hour Dietary Recall (ASA24): A Resource for Researchers, Clinicians, and Educators from the National Cancer Institute. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **112**: 1134 – 1137.

Sun M., Burke L. E., Mao Z. H., Chen Y., Chen H. C., Bai Y., Li Y., Jia W. (2014) eButton: A Wearable Computer for Health Monitoring and Personal Assistance. *Proceedings. Design Automation Conference* 1 – 6.

Šatalić Z., Alebić I. J. (2008) Dijetetičke metode i planiranje prehrane. *Medicus* **17**: 27 – 36.

Timon C. M., van den Barg R., Blain R. J., Kehoe L., Evans K., Walton J., Flynn A., Gibney E. R. (2016) A review of the design and validation of web- and computer-based 24-h dietary recall tools. *Nutrition Research Review* **29**: 268 – 280.

Verger E. O., Armstrong P., Nielsen T., Chakaroun R., Aron-Wisnewsky J., Gobel R. J., Schutz T., Delaere F., Gaussers N., Clemen K., Holmes B. A. (2017) Dietary Assessment in the MetaCardis Study: Development and Relative Validity of an Online Food Frequency Questionnaire. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* **117**: 878 – 888.

Wald J. P., Asare E., Nakua E. K., Nohr D., Lambert C., Riedel S., Gola U., Biesalski H. K. (2019) Validation of a computer-based analysis tool for real-time dietary assessment within a Ghanaian region. *NFS Journal* **16**: 15 – 25.

Wang J. S., Hsieh R-H., Tung Y-T., Chen Y-H., Yang C., Chen Y. C. (2019) Evaluation of a Technological Image-Based Dietary Assessment Tool for Children during Pubertal Growth: A Pilot Study. *Nutrients* **11** (10): 2527.

Williams, L. (2014) NANA - A novel method of dietary assessment in older adults. University of Birmingham, <<https://www.birmingham.ac.uk/Documents/college-social-sciences/social-policy/iris/2014/nana-liz-williams.pdf>>. Pristupljeno 27. kolovoza 2020.

Yang Y., Jia W., Bucher T., Zhang H., Sun M., (2018) Image-based food portion size estimation using a smartphone without a fiducial marker. *Public Health Nutrition* **22**: 1180 – 1192.

Yang X., Doulah A., Farooq M., Parton J., McCroy M. A., Higgins J. A., Sazonov E. (2019) Statistical models for meal-level estimation of mass and energy intake using features derived from video observation and a chewing sensor. *Scientific Reports* **9** (1): 45.

Zhang R., Amft O. (2017) Monitoring Chewing and Eating in Free-Living Using Smart Eyeglasses. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics* **22**: 23 – 32.

Zhou Q., Wang D., Mhurchu C. N., Gurrin C., Zhou J., Cheng Y., Wang H. (2019) The use of wearable cameras in assessing children's dietary intake and behaviours in China. *Appetite* **139**: 1 – 7.

Zhu F., Bosch M., Boushey C. J. Delp E. J. (2010) An Image Analysis System For Dietary Assessment And Evaluation. Proceedings. *International Conference on Image Processing* 853 – 1856.

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Marković J.
