

Puettavat älylaitteet terveyttä tukemassa

LAB-ammattikorkeakoulu

Terveystieteiden tutkimuskeskus (AMK), Sosiaali- ja terveysala

2022

Sami Häkkinen, Tiiu Oksanen & Oskari Ruokoniemi

Tiivistelmä

Tekijä(t) Ruokonieni, Oskari Häkkinen, Sami Oksanen, Tiiu	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 20	Valmistumisaika 2022
Työn nimi Puettavat älylaitteet terveyttä tukemassa		
Tutkinto Terveydenhoitaja (AMK)		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä tietoa ja tuoda julki puettavien älylaitteiden käyttöä kuluttajien keskuudessa sekä miten se mahdollisesti vaikuttaa heidän terveyteensä. Työn tavoitteena oli julkaista luotettavaa tietoa erilaisista puettavista älylaitteista ja niiden käyttötavoista sekä -kohteista.</p> <p>Tutkimusmenetelmänä käytettiin kuvailevaa kirjallisuuskatsausta. Aineistona käytettiin niin tieteellisiä tutkimuksia kuin aiheeseen liittyviä artikkeleita. Pääasiallisena tietokantamme käytimme Primo- sekä Google Scholar- kirjastoja. Haku toteutettiin myös manuaalisesti Google-haulla, josta valikoimme luotettavat lähteet, kuten Tekniikan Maailma, National Geographic ja The Guardian. Pääasialliseksi tutkimuskohteeksi valikoitui älyrannekkeet niiden laajan saatavuuden sekä käyttäjämäärän vuoksi.</p> <p>Kirjallisuuskatsauksen tulosten mukaan kuluttajilla on lähtökohtaisesti positiivinen suhtautuminen puettaviin älylaitteisiin sekä niiden käyttämiseen. Oletettavissa on, että niiden suosio kasvaa tulevien vuosien aikana. Kuitenkin esimerkiksi älyrannekkeista saatava data ei ole kovinkaan luotettavaa ja tiedon muuttaminen hyötykäyttöön onkin paljon kuluttajan itsensä vastuulla.</p>		
Asiasanat Älylaite, teknologia, terveys, ranneke, hyvinvointi, virtuaalitodellisuus		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Ruokoniemi, Oskari	Thesis, UAS	2022
Häkkinen, Sami Oksanen, Tiiu	Number of Pages 20	
Title of Publication Wearable smart devices that support health		
Name of Degree Public Health Nurse (UAS)		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to gather and publish information about the usage of wearable technology amongst consumers and how it might affect their overall health. The meaning was to publish reliable information about different kinds of wearable gadgets, how consumers might use them and where the gadgets could be used.</p> <p>As a method of research, we used descriptive literature review. The data was gathered from scientific research as well as from articles associated with our subject. We used Primo- online library and Google Scholar as our main database. The search was also conducted manually using Google search engine, from which we selected reliable sources, such as Tekniikan Maaailma, National Geographic and The Guardian. Smart wristbands were selected as our main subject of research for their widespread and large number of users.</p> <p>According to our research in the descriptive literature review, the customers are initially positive about wearable gadgets and using them. It can be somewhat expected for the popularity of the wearable gadgets to grow in the upcoming years. Despite the popularity, our research shows that the data gathered by the wearable gadgets are not too reliable. Also converting that information to be used for their own well-being is heavily in the hands of the consumer themselves.</p>		
Keywords smart gadget, technology, health, wristband, well-being, virtual reality		

1	Johdanto.....	1
1.1	Aiheen esittely	1
1.2	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset.....	2
2	Yleistä teknologiasta ja älylaitteista.....	3
2.1	Teknologia	3
2.2	Puettavat älylaitteet	3
2.3	Ero muihin älylaitteisiin	3
3	Kirjallisuuskatsaus opinnäytetyön toteuttamistapana	5
3.1	Kuvaileva kirjallisuuskatsaus	5
3.2	Aineiston keruu.....	5
3.3	Aineiston analysointi	7
4	Tulokset.....	8
4.1	Terveyden seuranta ja edistäminen	8
4.2	Puettavat älylaitteet kuluttajilla	9
4.3	Älylaitteiden omaksuminen	13
4.4	Käyttö terveydenhuollossa	13
4.5	Käyttö tulevaisuudessa	14
4.6	Kestävä kehitys	15
4.7	Haasteet	15
5	Pohdinta	16
5.1	Tulosten tarkastelu	16
5.2	Eettiset näkökulmat ja luotettavuus.....	16
	Lähteet	17

1 Johdanto

1.1 Aiheen esittely

Ihminen on ydinolemukseltaan utelias ja haluaa kehittyä jatkuvasti. Tämä on ollut alkuna moneen teknologiseen harppaukseen ihmiskunnan aikana. Näistä suurimpina on yleisesti pidetty tulen valjastamista ja pyörän keksimistä. Arvostetun tieteislehden, National Geographicin, mukaan ihmisen tärkeimmät keksinnöt ovat kuitenkin nykyaikaisempia. He haastattelivat Yhdysvaltojen patenttiviraston pääjohtajaa, Carla Haydenia, joka teki listauksen kymmenestä keksinnöstä, jotka vaikuttivat eniten ihmiskunnan kehitykseen. Näistä merkittävimmät poiminnat ovat kirjapaino, hehkulamppu sekä lentokone. (Stone 2017.) Haastattelu osoittaaakin ihmisen kehittyneen todella paljon viimeisen tuhannen vuoden aikana ja erityisesti 1900- sekä 2000-luvulla tekniikka ja teknologia on kehittynyt huimaa vauhtia. Teknologia vaikuttaa jo melkein jokaiseen elämän osa-alueeseen.

Artikkelin kirjoittaja Daniel Stone kertoo innovaatioiden kuitenkin olevan vaikeita verrata keskenään ja niiden listauksen olevan "enemmänkin taidetta kuin tiedettä, sillä esimerkiksi lentokoneen ja kameran käyttötarkoitukset ovat hyvin erilaisia, joten niiden hyötyjä on haastavaa verrata. Stone myös kirjoittaa, että nykyajan keksinnöt eivät niinkään enää luo uutta, vaan keskittyvät kehittämään jo olemassa olevaa. Mutta edelleen ihminen osoittaa luovuutensa, ja tulee uusia maailmaamuuttavia keksintöjä, joista Stone listasi 3-D tulostimen sekä internetin. National Geographicin haastattelema Hayden toteaa artikkelin loppuun, että uusia teknologisia harppauksia tulee varmasti. (Stone 2017.)

Hoitotyössäkin on otettu käyttöön vasta viime vuosina älykkäämpiä laitteita sekä käytäntöjä kuten vitaalitornit, EKG-mittarit ja etävastaanotot. Monelle iäkkäämmälle työntekijälle uudet laitteet voivat aiheuttaa paljonkin päänsäryä, koska aiempaa taustaa tekniikan käyttöön ei ole. Selkeä pyrkimys on kuitenkin hyödyntää näitä älylaitteita myös tulevaisuudessa, koska ne helpottavat hoitohenkilökunnan työtä, turvaavat paremman hoidon sekä parhaassa tapauksessa lisäävät potilasturvallisuutta. (Halsvaha ym. 2019.)

Myös oman terveyden seuraaminen on lisääntynyt koko kansan keskuudessa kiitos älylaitteiden ja mobiilisovellusten. Esimerkiksi älyrannekeilla, kuten Fitbit, Apple Watch jne. voidaan seurata ihmisen hyvinvointia jatkuvasti. Meilläkin on käytössä älyrannekeita, joiden avulla seuraamme muun muassa unenlaatua, sykkeen tasaisuutta sekä käveltyjen askelten määrää päivittäin. Nämä toimivat motivaattorina lisäämään liikuntaa sekä keskittymään omaan tekemiseen paremmin. Oman terveyden seuraamisesta on tehty niin helppoa, että siitä on tullut monelle osa arkea. Ihmisille onkin tämän vuoksi kertynyt paljon dataa heidän omasta terveydestään. Voisiko alan ammattilainen hyödyntää tätä dataa jotenkin?

1.2 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli perehtyä puettaviin älylaitteisiin, joita käytetään terveyden seuraamiseen ja sen edistämiseen. Tarkoituksena oli myös selvittää, miten näitä laitteita hyödynnetään terveydenhuollossa ja miten niitä voidaan hyödyntää enemmän tulevaisuudessa. Älylaitteet ovat uusia hoitoalalla, mutta niistä löytyy jo paljon tutkimusaineistoa. Opinnäytetyön tavoitteena oli koota tätä aineistoa yhtenäiseksi ja selkeäksi kirjallisuuskatsaukseksi. Aihe valikoitui kiinnostuksesta teknologiaan, elektroniikkaan ja miten niitä sovelletaan hoitotyössä. Koottua tietoa voivat hyödyntää kaikki hoitoalan työntekijät, joilla olisi mahdollisuus ja tarve käyttää puettavia älylaitteita. Koottua tietoa voivat hyödyntää sosiaali- ja terveystyöläisiltä tuottavat organisaatiot. Myös oman terveyden seurannasta tai kehittämisestä kiinnostuneet voisivat hyötyä työn tuloksista. Hoitotyössä on vähän puhetta puettavista älylaitteista eikä niitä vielä ehkä koeta tarpeeksi hyviksi mittareiksi tai vaikuttajiksi.

Tutkimuskysymyksiä ovat: mitä terveyteen vaikuttavia puettavia älylaitteita on tällä hetkellä saatavilla, kuinka hyvin älylaitteita omaksutaan, miten näitä laitteita hyödynnetään hoitotyössä, miten älylaitteita voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa, mitkä ovat laitteiden vaikutukset kestäväan kehitykseen sekä mitä haasteita puettaviin älylaitteisiin liittyy?

2 Yleistä teknologiasta ja älylaitteista

2.1 Teknologia

Teknologia sanana liitetään usein tekniikkaan, sähköön ja kehitykseen. Mutta hieman erikoisesti teknologia itsessään ei tarkoita mitään. Sen kuitenkin jokainen tietää, jokainen kokee ja jokainen on osana. Ensimmäiset merkit teknologiasta voidaan jäljittää kivikaudelle ja jopa vaiheeseen, kun ihmiset olivat vain osa kädellistä eläinkuntaa ja käyttivät keppejä sekä kiviä apunaan. Tästä ajan saatossa ja ihmisten erotessa muista kädellisistä aivojen kehittymisen sekä muiden evoluution tuomien muutosten ansiosta ollaan teknologisessa pisteessä, missä sähkö on arkea, pystymme sukeltamaan syvimpiin kolkkiin meressä sekä lentämään korkealla lintujen lailla. (Agar 2019.)

Teknologian avulla ihminen pystyy käytännössä mihin vain. Sen avulla voidaan esimerkiksi parantaa yksilön ja ryhmän elämänlaatua, tutkia eläinkuntaa sekä laajentaa tietämystämme päättymättömästä avaruudesta. Teknologia on apuna jokapäiväisessä elämässämme, vaikka emme sitä haluaisikaan.

2.2 Puettavat älylaitteet

Puettavat älylaitteet ovat yleistyneet viime vuosina, sillä niihin käytetyt komponentit ovat nykYTEKNOLOGIAN kehittyessä pienentyneet. Jokainen älylaite sisältävää suorittimen, mikä purkaa tietoa ja prosessoi sitä eteenpäin. Useimmiten ne sisältävät myös sisäistä muistia, keskusmuistia ja erilaisia sensoreita. Laitteet ovat siis teknisesti hyvin komplekseja.

Suurin osa puettavista älylaitteista on käsiin, jalkoihin ja päähän asetettavia laitteita, mutta tulevaisuudessa ne tulevat muuttumaan. Silmiin ja korviin asetetut älylaitteet tulevat yleistymään ja mahdollistamaan uusia asioita kuten suoran puheenkääntämisen. Jatkossa virtuaalitodellisuus ja tekoäly tulevat olemaan suurena osana puettavia älylaitteita. (Jyväskylän yliopisto 2021.)

2.3 Ero muihin älylaitteisiin

Opinnäytetyössä käsiteltävät laitteet ovat puettavaksi luokiteltuja älylaitteita. Laitteisiin luokituu esimerkiksi puhelin, aktiivisuusranneke, älykello, Oura-älysormus, VR-lasit (virtual reality), älylasit, konsolilla käytettävät kuntoilulaitteet (esim. ringfit), libre. Puettaviin laitteisiin eivät kuulu esimerkiksi tietokoneet, tippakoneet tai magneettikuvauslaite.

Puettavien laitteiden käytön määrä on kasvanut esimerkiksi urheilussa. Yhdysvaltojen koripalloliiga NBA (National Basketball Association) on omaksunut käyttöönsä puettavaa

teknologiaa pitääkseen kirjaa urheilijoidensa kunnosta reaaliajassa ja nähdäkseen kokonaisvaltaisen kuvan heistä. (Cheung ym. 2019.) Laitteiden käyttö on siis hiljalleen kasvamassa terveyden edistämiseen jopa huippu-urheilussa. Jos urheilijat alkavat yhä enemmän hyödyntämään tätä teknologiaa ja pystyvät omalla imagollaan levittämään hyvää viestiä sen puolesta, nopeutuisi laitteiden nouseminen terveyden edistämisen ensisijaiseksi valinnaksi. Tämän teknologian markkinointi on hyvin heikkoa, ja koska vielä toistaiseksi tutkimukset keskittyvät laitteiden tekniseen kehittämiseen, on kuluttajien ymmärtäminen teknologiasta jäänyt vähälle (Cheung ym. 2019). Se puolestaan heikentää laitteiden leviämistä kuluttajien keskuuteen.

Opinnäytetyöhön sisältyvien älylaitteiden käyttö hoitotyössä ja terveyden edistämässä on kuitenkin vasta alussa, mutta se on alkanut nostaa päätään ja yleistymään. Esimerkiksi aktiivisuusrannekkeet antavat tarkkaa sekä monipuolista tietoa yksilön terveydestä, ja tätä onkin hyödynnetty kokeellisesti vuonna 2018 tekonivelleikkauksessa käyneillä tukemassa kuntoutusta (Pirskanen 2018). Tämän lisäksi teknologiaa on hyödynnetty muun muassa sokeritautia sairastavilla potilailla. Vuonna 2017 Yhdysvaltain Elintarvike- ja Lääkevirasto (FDA) hyväksyi yksityiseen käyttöön jatkuvaa verensokeriseurantaa hyödyntävän "Libre"-sensorin, joka mittaa veren sokeriarvot joka minuutti ja varastoi ne 15 minuutin paketteihin. Nämä paketit voi sitten lukea kännykälle asennetun ohjelman avulla. Ohjelma näyttää edellisen kahdeksan (8) tunnin arvot. (Blum 2018.)

3 Kirjallisuuskatsaus opinnäytetyön toteuttamistapana

3.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö tehdään kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Katsauksella selvitetään, millaista tietoa tietyltä aihealueelta löytyy. Yleensä alue on jokin tutkimuskysymys, mihin halutaan vastausta. Tämän takia katsauksessa voidaankin hyödyntää esimerkiksi artikkeleita, esitelmiä tai tutkimuksia. Katsauksen antamien menetelmien avulla voidaan käydä näitä aineistoja analyyttisesti lävitse. (Tuomi & Latvala 2017.)

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa etsitään vastauksia kysymyksiin, joiden avulla tutkittava ilmiö pystytään kuvaamaan laajemmin ja tarpeen vaatiessa myös luokittelemaan. Kuvaamiseen käytetyt kysymykset ovat väljempiä kuin systemaattisessa katsauksessa tai meta-analyysissä. Kysymyksien vastaukseen käytetyt aineistot ovat laajoja, eikä niitä rajaa metodiset säännöt kuten muissa opinnäytetyötyypeissä. (Salminen 2011.) Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla pystytään hahmottamaan kokonaisuutta opinnäytetyön aihepiirin ympärillä.

3.2 Aineiston keruu

Aineistonhaku tapahtuu tutkimuskysymysten perusteella ja keskeiset tulokset kootaan opinnäytetyöhön. Aineistona on käytetty sähköistä kirjallisuutta, mikä sisälsi tutkielmia, amkopinnäytetöitä, tieteellisiä artikkeleita sekä julkaisuja. Tarkoituksena on käyttää luotettavia aineistoja ja lähteitä. Aineistonhakua toteutettiin etsimällä aineistoa sähköisistä tietokannoista.

Materiaalia etsitään Primosta, Theseuksesta, JBI-tietokannasta sekä teknologiasivustoilta. Opinnäytetyössä hyödynnetään myös uutisartikkeleja yleisistä, tunnetuista ja luotettavammista uutislähteistä kuten Helsingin sanomat ja Tekniikan Maailma. Uutisartikkelien ja muiden ei tieteellisten tutkimusten haku toteutettiin Google-haulla. Kriteerinä oli, että tekstit ovat tuoreita tai vain muutaman vuoden vanhoja.

Tieteellisten tutkimusten haussa hakusanoina käytimme aluksi ”puettavat älylaitteet”, mutta sen antamien vähäisten hakutuloksien vuoksi käytimme englanninkielisiä termejä. Tällöin hakusanoilla ”wearable technology in healthcare”, tuloksia tuli 11 807. Hakutulokset olivat vuodesta 2019 eteenpäin. Muita käytettyjä hakusanoja olivat virtual reality, mobile computing ja information technology. Lopputuloksena opinnäytetyöhön valikoitui 5 tieteellistä tutkimusta. Alla taulukko lähteistä, joita käytimme 4. kappaleen tuloksissa.

Taulukko 1. Tuloksissa käytettyjä lähteitä.

Kirjoittaja(t) sekä vuosi	Otsikko
Blum, A. 2018.	Freestyle Libre Glucose Monitoring System
Cheung, M-L., Zhau, K., Lam, M., Tse, G., Ho, K., Flint, S., Broom, D., Tso, E., Lee, K. 2019	Examining Consumers' Adoption of Wearable Healthcare Technology: The Role of Health Attributes. Int J Environ Res Public Health
Dredge, S. 2020.	Can virtual reality really get you fit?
García-Magariño, I., Sarkar, D., Lacuesta, R., 2019.	Wearable technology and mobile Applications for healthcare
Halsvaha, T., Lunden, T. & Yli-Hollo, T. 2019.	Teknologia on hyvä renki myös hoitotyössä
Harjumaa, M. 2020.	Aktiivisuusranneke valehtelee, mutta se ei haittaa – muutokset omassa liikkumisessa tulevat silti näkyviin
Hinkula, M. 2022.	Tampereen yliopiston uusi hanke vie lääkärin virtuaalitodellisuuteen.
Horn, S. 2021.	Älypuhelimia vaihdetaan parin vuoden välein - Luonnonvarojen hupeneminen ei Suomessa vaikuta älylaitteiden ostopäätöksiin
Huong, T. & Nicholas, G. 2019.	Making the world a better place by making better products: Eco-friendly consumer innovativeness and the adoption of eco-innovations
Mahony, M. & Gwilt, A. 2016.	Where does technology fit in the Circular Economy?
Pirskanen, J. 2018.	Aktiivisuusrannekkeen hyödyntämisen koikeilu tekonivelleikkauspotilaan kuntoutuksen tukena
POLAR. 2019.	Polar H10 Heart Rate Sensor System

Ruokanen, R. 2020.	Tutkimus: Suomalainen Oura-älysormus saattaa paljastaa koronaviruksen, joka muuten jäisi huomaamatta
Storås, N. 2021.	Oura julkaisi älysormuksensa kolmannen version
Trexler, E. 2022.	Research Spotlight: Accuracy of wearables for measuring energy expenditure. Stronger by science
Virtual Reality Institute of Health and Exercise. 2022.	VR ratings

3.3 Aineiston analysointi

Aineistoa käytiin läpi niin yhteistyönä kuin yksinöisesti. Olemme lukeneet aineiston läpi huolellisesti, ja saimme hyvää materiaalia useasta lähteestä. Lähteet olivat luotettavia ja sisälsivät paljon hyödyllistä tietotekstiä. Kirjasimme tietoa jäsenellen oikeisiin sarakkeisiin, jolloin tiedonhaku oli sujuvaa ja siirtäminen opinnäytetyöhön helppoa. Lukemastamme materiaalista päätyi opinnäytetyöhön paljon tietoa, saimme myös hyödynnettyä omia näkemyksiämme ja kokemuksiamme.

Opinnäytetyön analysointimenetelmänä käytimme teemoittelua. Artikkeleita vertailtaessa etsittiin samoja aihepiirejä koskevia teemoja. Tärkeimmäksi lähteeksemme, jonka pohjalle hakua vertailtiin, nousi Cheungin ym. (2019) tehty tutkimus, mikä käsitteli kuluttajien tottumuksia puettaviin älylaitteisiin. Tutkimuksesta saatu data antoi vahvaa näyttöä tulevaisuuden suunnasta, miten älylaitteet tulisivat yleistymään.

4 Tulokset

4.1 Terveyden seuranta ja edistäminen

Miten yhteiskunta ottaa vastaan koko ajan yleistyvän teknologian, riippuu paljon yksilöllisestä kasvamisesta, ympäristötekijöistä sekä henkilökohtaisesta kiinnostuksesta. Hong Kongissa suoritetussa tutkimuksessa selvitettiin yksilöiden halua käyttää erilaisia älylaitteita osana terveellisiä elämäntapoja. Heiltä kysyttiin esimerkiksi aikovatko he käyttää terveyttä edistävää teknologiaa tulevaisuudessa, miten kiinnostuneita he ovat teknologiasta ja auttaisiko älylaite edistämään heidän terveyttään. Tutkimukseen vastasi 171 henkilöä, joilla kaikilla on aikaisempaa kokemusta älylaitteista. Tutkimuksesta selvisi, että suuri enemmistö käyttäisi älylaitteita tulevaisuudessa. Heistä suurin osa ymmärtää niiden antamat terveystiedot ja haluaisi käyttää niitä osana terveellisempää elämää. (Cheung ym. 2019.)

Terveyden edistäminen ja seuranta on hyvin monipuolista. Edellä mainitut laitteet tutkimuksesta (Cheung ym. 2019) edistävät ja seuraavat yleistä terveyttä, kuten kuntoa ja nukkumista. Seuranta voidaan kohdentaa yksittäiseen terveysominaisuuteen, kuten verensokerin seurantaan. Freestyle Libre Pro on Isossa-Britanniassa kehitetty seurantalaitte, joka mittaa verensokeria minuutin välein ja tiedot tallentuvat laitteeseen 15 minuutin sykleissä. Mittari asennetaan yleensä kainaloon, jossa iho on pehmeämpää ja verenkierto vilkasta. Tiedot pystyy lukemaan siihen tarkoitettulla lukulaitteella aina, kun siihen on tarvetta. (Blum. 2018.)

Älyrannekkeista saadut tulokset ovat hyödyllisiä, mutta niiden hyödyntämisessä pitää huomioida, ettei älyrannekkeiden data ole tarkkaa. Eric Trexlerin (2022) tekemä tutkimus käsittelee kolmen eri valmistajan älyrannekkeita ja niiden vitaalienmittaustarkkuutta. Rannekkeiden antamia tuloksia verrattiin Polar H10 Heart Rate sensorijärjestelmään, joka oli jokaisella tutkimukseen osallistuneella samanaikaisesti yllä. Vertailussa käytettiin rintakehälle puettava H10-sensorijärjestelmää, koska sen antamat arvot ylittävät 92 %:n tarkkuuden jokaisessa kategoriassa (POLAR 2019). Tutkimuksessa mitattiin rannekkeitten antaman datan tarkkuutta istuessa, kävellessä, juostessa, kestävyysliikunnassa ja pyöräilyssä. Jokaista liikuntamuotoa testattiin kolmella eri tavalla: Pearsonin korrelaatiolla sekä standardisoidulla virheen oletusarvolla, missä laitteiden virheiden määrää verrattiin H10 -sensoriin; lopuksi korrelaation ja oletusarvojen virhemarginaaleja verrattiin. Tutkimuksesta koostettiin alla oleva taulukko (Taulukko 2), mistä selviää eri rannekkeiden antamien arvojen tarkkuus. Taulukon mukaan erityisesti istuessa älyrannekkeet eivät tuota tarkkaa dataa verrattuna H10-sensorijärjestelmään. Parhaan tarkkuuden rannekkeet antoivat juostessa, mutta tällöinkin tutkimusmenetelmien keskinäinen virhemarginaali oli iso, ja tuloksen luotettavuus kärsii. Yleisesti ottaen rannekkeiden antamat tulokset olivat heikompia kuin H10-sensorin,

mikä on ymmärrettävää. H10-sensorijärjestelmä mittaa tietoa suoraan rintakehän verenkierrosta, kun taas rannekkeet saavat datansa raajojen ääreisverenkierrosta.

Table 1 Analysis of the accuracy of energy expenditure measurements during various activities				
		APPLE WATCH 6	POLAR VANTAGE V	FITBIT SENSE
Sitting	Pearson's r	Impractical	Impractical	Very poor
	Standardized typical error of the estimate	Impractical	Impractical	Very large
	Coefficient of variation	Poor accuracy	Poor accuracy	Poor accuracy
Walking	Pearson's r	Poor	Very poor	Poor
	Standardized typical error of the estimate	Large	Very large	Large
	Coefficient of variation	Poor accuracy	Poor accuracy	Poor accuracy
Running	Pearson's r	Good	Poor	Good
	Standardized typical error of the estimate	Moderate	Large	Moderate
	Coefficient of variation	Poor accuracy	Poor accuracy	Poor accuracy
Resistance exercise	Pearson's r	Poor	Poor	Very poor
	Standardized typical error of the estimate	Large	Large	Very large
	Coefficient of variation	Poor accuracy	Poor accuracy	Poor accuracy
Cycling	Pearson's r	Poor	Very poor	Very poor
	Standardized typical error of the estimate	Large	Very large	Very large
	Coefficient of variation	Poor accuracy	Poor accuracy	Poor accuracy

Taulukko 1. Älyrannekkeiden tarkkuusmittaus (Trexler 2022)

4.2 Puettavat älylaitteet kuluttajilla

Älykellot ja rannekkeet

Nykyisin moni omistaa jonkinlaisen kellon tai rannekkeen, joka seuraa käyttäjänsä sykettä, liikumista ja mahdollisesti myös unta. Parin vuoden sisällä niiden suosio on noussut huimasti. Kelloista ja rannekkeista on tullut pienen ajan sisällä hyvinkin edullisia, monipuolisia ja tarkkoja. Tuotettu data ei kuitenkaan ole yhtä tarkkaa kuin mitä oikeilla mittauksilla voidaan saada, mutta ne ovat suuntaa näyttäviä.

Myös Ylen toimittajan tekemässä artikkelissa (Harjumaa 2020) todetaan, että monien aktiivisuusranneikeiden keräämää data on epätarkkaa ja heittelee paljon rannekemallista riip-puen. Tavalliselle kuluttajalle datan tarkkuudella ei kuitenkaan ole niin paljon merkitystä. Tärkeintä on, että näkee kirjallisenä tekemänsä suorituksen ja omien suoritusten näkemi-nen motivoi kellon/rannekkeen omistajaa liikkumaan lisää.

Alapuolella olevassa kuvassa (kuva 1) on esimerkki uudemman sukupolven älykellosta, joka on Samsungin valmista älykello, johon on sisäänrakennettu mikrofoni, kaiutin, GPS, kompassi, gyroskooppi, NFC-anturi sekä verenpaine-, EKG- ja happisaturaatiomittarit. Tämä pieni kello sisältää monipuolisen kompleksin erilaisia antureita, mittareita ja muuta elektroniikkaa. Anturit sijaitsevat kellon pohjassa, jossa niillä on suora kontakti käyttäjän ihoon ja ääreisverenkiertoon. Yleisimmin kellot ja rannekkeet ovat yhdistettävissä Bluetooth-yhteydellä eli langattomasti puhelimeen, jolloin laitteet pystyvät kommunikoimaan toistensa kanssa. (Manninen 2021.)



Kuva 1 Samsung Galaxy Watch4 -Älykello

Oura Ring

Puettavia älylaitteita voidaan varmasti tulevaisuudessa hyödyntää enemmän erilaisten sairauksien tunnistamisen apuna. Kalifornian yliopiston teettämän tutkimuksen mukaan suomalainen Oura-älysormus (kuva 2) saattaa tunnistaa koronavirustartunnan jo ennen kuin sitä on osattu epäillä. Tutkimuksessa havaittiin, että sormus pystyi havaitsemaan korkean ruumiinlämmön ihmisillä, joilla oli koronan oireita. Infrapuna-antureilla, kiihtyvyyssanturilla, gyroskoopilla ja lämpötilamittarilla varustettu Oura mittaa käyttäjänsä ruumiinlämmön lisäksi hänen sykevälivaihteluaan, leposykettä, hengitystiheyttä ja unta. (Tekniikan Maailma 2020.)

Oura lanseerasi 2021 loppupuolella uuden kolmannen sukupolven sormuksensa, jossa kerrotaan olevan kolme kertaa enemmän sensoreita kuin aikaisemmassa versiossa ja sen mittaaminen perustuu ledeihin. Oura Ring Generation 3 mittaa aikasempaa tarkemmin unta, sykettä ja ruumiin lämpötilaa. Yhtiö kertoo myös seuraavan version tukevan happisaturaa-tion mittaamista sekä sydän- ja hengitystiesairauksien tulkitsemista. (Storås 2021.)



Kuva 2 Oura Ring (Verch 2020)

Virtuaalitodellisuus

VR-lasit tarjoavat mahdollisuuden siirtyä aivan toisenlaiseen maailmaan ja helpottavat arjesta irti pääsyä. Oculus Quest (kuva 3) ja Valve Index ovat tunnettuja nimiä kuluttajien keskuudessa, ja monelta kuluttajalta löytyy jonkinlainen virtuaalitodellisuuden laite. Jopa pelkällä puhelimella ja linsseillä varustetulla pahvilaatikolla voi päästä ihastelemaan 360-asteen kuvia. Paremmiin varustellut VR-lasit kuitenkin tarjoavat jotain ainutlaatuista; liikku-
misen iloa. Tarjolla on monenlaisia liikkumiseen ja kuntoiluun tarkoitettuja pelejä ja sovel-
luksia, jotka tekevät liikunnasta hauskaa ja mielenkiintoista eikä kotisohvaa kauemmas tar-
vitse lähteä.

The Guardianin (Dredge 2020) haastattelussa Holodia yrityksen perustaja Bojana Knezevic totesi, että VR-kuntoilu kiinnostaa suurinta osaa kuluttajista, koska se on hyvä kombinaatio pelaamista, motivoimista, immersiota ja saa helposti unohtamaan, että oikeasti liikkuu. 2017 perustettu Virtual Reality Institute of Health and Exercise tutkii ja arvioi eri VR-pelien liikun-
nallisuutta ja vertaa tuloksia oikeaan liikuntaan. Esimerkiksi Beat Saber -peli, jossa valo-
miekoilla paloitellaan kuutioita musiikin tahtiin, vastaa tenniksen pelaamista (Virtual Reality
Institute of Health and Exercise 2022).



Kuva 3 Oculus Quest (Lecourt 2018)

4.3 Älylaitteiden omaksuminen

Cheung ym. (2019) tuottama tutkimus kuluttajien älylaitteiden omaksumisesta selventää, mitkä asiat vaikuttavat eniten uuden älyteknologian omaksumiseen. Suurimmat omaksumista lisäävät aiheet olivat käytännöllisyys, kuluttajien innovatiivisuus ja viiteryhvät.

Eniten älylaitteiden omaksumiseen vaikutti laitteiden koettu hyödyllisyys. Hyödyllisyyttä taas tukivat laitteeseen liittyvät terveysuskomukset ja laitteen tuottamat tarkat mittaustiedot. Yksityisyyden suojan huomattiin merkitsevän vain vähän kuluttajien hyödyllisyyden kokemukseen. (Cheung ym. 2019.) Ouran johtaja Harpeet Singh Rai totesi Helsingin Sanomien (2021) toteuttamassa haastattelussa, että heidän asiakkaitaan kiinnostaa eniten, kuinka tarkkaa sormuksen tuottama data on ja mitä sillä voidaan tehdä.

Kuluttaja innovatiivisuus lisää kuluttajien halua kokeilla uusia tietotekniikan tuotteita ja on suorassa yhteisvaikutuksessa tietotekniikkaan liittyviin uskomuksiin. Innovatiivisemmat yksilöt omaksuvat paremmin uutta teknologiaa ja heillä on huomattavasti vähemmän ongelmia laitteiden kanssa. (Cheung ym. 2019.)

Viiteryhmiä vaikutus oli myös merkittävä älylaitteiden suosion nousussa. Viiteryhmillä tarkoitetaan yhteiskunnassa korkeimmalla tasolla olevia henkilöitä, joita ihailaan ja joihin verrataan omaa elämää ja käyttäytymistä. Viiteryhmissä puettavien älylaitteiden käytön lisääntyminen lisää myös tavallisten kuluttajien omaksumista. (Cheung ym. 2019.)

Libren tarjoamat käyttömahdollisuudet ovat lähinnä ammattikäyttöön. Mikä on ymmärrettävää, sillä käyttäjäkunta on tarkoitettu vain yli 18-vuotiaille sokeritautia eli diabetesta sairastaville, joko 1 tai 2 tyyppiä. (Blum 2018.) Tästä syystä tutkimukseen osallistuva käyttäjäkunta on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi älyrannekkeen tai älykellon.

4.4 Käyttö terveydenhuollossa

Terveyttä seuraavien älylaitteiden käyttö on yleistä enimmäkseen tavallisilla kuluttajilla, terveydenhuollon ammattilaiset vain käyttävät niistä saatua tietoa kuluttajien luvalla. Glukosimittarit, kuten Libre, on helpompi adaptoida terveydenhuoltoon ja ammattilaisten käyttöön, sillä he pystyvät käyttämään sekä tarkistamaan tietoa nopeasti ja tieto on luotettavaa. Lisäksi Libren käyttöönotto saattaa tarvita terveydenhuollon ammattilaista, jotta asennus tapahtuu oikein ja ongelmitta.

Terveydenhuollossa ei suoranaisesti ole käytössä puettavia älylaitteita, vaan teknologia on keskittynyt asiakkaan hoidon tukemiseen. Esimerkiksi sairaalassa on käytössä paljon potilashuoneen käyttöä ja siellä oloa helpottava teknologiaa, kuten nostimia, liukulakanoita sekä säädettävä sänky (Halsvaha ym. 2019). Erilaisia älyllisiä laitteita on myös omaksuttu

terveyshuoltoon, kuten tippakoneita, itseksensä säätävä ilmapatja sekä kylmäkone. Olemme päässeet näitä käyttämään ollessamme sairaalassa harjoittelujaksoissa tai töissä.

Teknologian adaptaatio terveydenhuolto tapahtuu luontevammin, kun teknologiaa käyttävillä on ennestään kokemusta. Tämänhetkinen jakauma osoittaa sen, että työntekijät ovat enemmistöllä vanhempaa väestöä, joka ei luonnollisesti ole yhtä vihkiytynyt teknologiaan ja sen erimuotoihin kuin nuorempi, erilaisten laitteiden parissa kasvanut sukupolvi. Aluehallintavirasto kannustaa kuitenkin teknologisten ratkaisujen käyttöönottoa, kunhan huolehditaan laitteiden ja siinä käytetyn datan suojaus sekä yksityisyysturva. On tärkeää huolehtia myös teknologian käytön eettisistä puolista. (Halsvaha ym. 2019.)

4.5 Käyttö tulevaisuudessa

Terveyttä edistävien seurantalaitteiden sekä älylaitteiden käyttö tulee lisääntymään tulevaisuudessa räjähdysmäisesti. Omien kokemuksiemme mukaan älylaitteiden käyttöönotto on haastavinta niiden uutuuden takia. Ei ole ollut mahdollista käyttää tätä teknologiaa kuin hyvin vähän aikaa. Tästä syystä käyttäjäkunta on peloissaan uudesta teknologiasta ja kierto-kulku käyttöasteen vähäisyydestä sen uutuuden takia alkaa. Ihmiset eivät uskalla käyttää laitteita, koska ne ovat niin uusia ja ne pysyvät ”uusina”, koska niitä ei uskalleta käyttää. Tämä ongelma on kuitenkin väistyvä, sillä uusi sukupolvi on kasvanut laitteiden parissa ja oppivat elämään niiden kanssa.

Puettavan älyteknologian tulevaisuudennäkymä on hyvä. Sitä kehitetään koko ajan ja sen mahdollisuudet ovat todella korkeat. Puettavia älylaitteita käsittelevässä artikkelissa kerrotaan, miten tämän luokan teknologia pystyy muuttamaan terveyden seuranta sekä kehittämään terveydenhuoltoa. Artikkelin mukaan on myös tärkeää muistaa yksilön tarpeet niin henkilökohtaisella kuin terveydenhuollon saralla, kun teknologiaa kehitetään sekä uusia laitteita keksitään. (García-Magariño ym. 2019.)

Myös aiemmassa kappaleessa (5.2) mainitulla virtuaalitodellisuudella on mahdollisuus tulevaisuudessa helpottaa lääkärin arkea. Ylen julkaisemassa uutisartikkelissa (Hinkula 2022) kerrotaan Tampereen yliopiston hankkeesta, jonka tavoite on tuoda potilaan terveysongelmat virtuaaliseen ulottuvuuteen. Lääkärit pystyisivät katselemaan potilaasta otettua 3D-mallinnusta ja tekemään diagnooseja sekä suunnittelemaan mahdollisia toimenpiteitä. Tämä helpottaisi lääkärin arkea ja takaisi potilaille turvallisempaa ja nopeampaa hoitoa taikka palvelua.

4.6 Kestävä kehitys

Puettavien älylaitteiden markkinat pystyvät arvion mukaan nousemaan jopa 70 miljardiin dollariin. Tämä tekeekin siitä erittäin merkittävän tekijän, kun puhutaan laitteiden “vihreystä” eli ympäristöystävällisyydestä valmistuksessa, käytön aikana sekä käytön jälkeen. Yleisesti ottaen energiantuotantoa joudutaan miettimään niin materiaalien hankinnassa, sen käyttöönotosta aina laitteen käytöstä poistoon asti. Puettavat laitteet tuovat mukanaan vielä uuden puolen. Laitteet tarvitsevat käytössä jatkuvasti energiaa, joka on varastoitava sen omaan virtalähteeseen, eli akkuun tai paristoon (Mahony & Gwilt 2016).

Myös kuluttajien valinnat vaikuttavat kestäväen kehitykseen. Aiheesta tehdyssä tutkimuksessa (Huong & Nicholas 2019) huomattiin, että kuluttajien kiinnostusta tuotteisiin lisää käytettyjen materiaalien vähentäminen jokaista tuotetta kohden ja uusien, ekoystävällisten materiaalien käyttö. Kuitenkin huomattiin myös, että ihmiset olivat vähemmän halukkaita maksamaan enemmän ekologisimmista laitteista. Myös Suomen ympäristökeskuksen tuottamassa haastattelututkimuksessa (Horn 2021) havaittiin, että suomalaiset kuluttajat eivät tällä hetkellä huomioi uutta puhelinta ostaessaan puhelimen ympäristövaikutuksia.

4.7 Haasteet

Älylaitteiden ja seurantalaitteiden tarjoamat haasteet ovat monimuotoisia. Esimerkiksi Libre Pron aiheuttamat haasteet liittyvät seurannan tarkkuuteen. Laitte ei esimerkiksi tarjoa jatkuvaa reaaliaikaista tietoa puhelimeen eikä ilmoita korkeasta tai matalasta sokerista ilman mittauksia, mistä syystä korkean tai matalan sokeritason tunnistaminen on käyttäjän itsensä havaittava saadusta ravinnosta tai huomattava muutosta olossaan. (Blum 2018.)

Cheungin (2019) suorittaman tutkimuksen mukaan haasteet ovat nimenomaan suoritettavissa tutkimustavassa. Tutkimus ei tarjoa kattavaa sisältöä laitteista ja sen takia tutkimuksessa ei käy ilmi monipuolista käyttöastetta. Tutkimuksesta käy kuitenkin ilmi viiteryhmän tarjoama vaikutus kuluttajaryhmään. Mistä muodostuukin seuraava ongelma, missä vaikutusvaltainen viiteryhmä mainostaa tuotetta väärin, ja tuleva trendi olisikin terveyttä heikentävä, eikä edistävä.

Trexlerin tutkimus (2022) osoittaa, kuinka tutkimustuloksien eroavat, vaikka laitteilla tutkitaisiin samoja vitaleja. Rintakehässä käytetty H10-sensorijärjestelmä on huomattavasti tarkempi verrattuna ranteissa/nilkassa käytettävään älyrannekkeeseen. Tämä johtuu laitteiden eri sijainneista; älyrannekkeen ollessa raajan päässä, se saa tietonsa ääreisverenkierrasta, jolloin data ei ole yhtä luotettavaa kuin H10-sensorin. Haasteena on niiden kaukainen sijainti, mikä vähentää jo valmiiksi sensorien toistaiseksi heikkoa tarkkuutta.

5 Pohdinta

5.1 Tulosten tarkastelu

Opinnäytetyöstä saatujen tulosten perusteella voidaan sanoa käyttäjien yleisen suhtautumisen älylaitteita sekä erityisesti älyrannekkeita kohtaan olevan lähtökohtaisesti positiivinen. Työn pohjalta voidaan selkeästi nähdä ne mahdollisuudet, mitkä puettavilla älylaitteilla on tulevaisuudessa. Huomiota pitäisi keskittää älyrannekkeiden luotettavuuteen; työsämme käyttämämme tutkimuksen (Trexler 2022) pohjalta käy selville, että rannekkeiden tuottamat tulokset ovat poikkeavaa tarkkaan dataan verrattuna.

Tulevaisuudessa puettavilla älylaitteilla on mahdollisuus olla käytössä myös terveydenhuollon eri aloilla. Sensoriteknologian kehittyessä, erityisesti sensorien koon tullessa pienemmäksi ja tätä myötä käytettävämmiksi, voidaan niitä käyttää monipuolisemmin terveyden seurannassa. Tällä hetkellä virtuaaliodellisuudella ja sen eri muodoilla olisi mahdollisuus olla osana terveydenhuoltoa, mutta teknologiaa ei ole vielä integroitu tähän tarkoitukseen.

Kestävää kehitystä pitäisi tuoda enemmän esille, sillä esimerkiksi haastattelututkimuksen (Horn 2021) mukaan suomalaiset kuluttajat eivät huomioi ympäristövaikutuksia uutta puhelinta hankkiessaan. Yleisestikin teknisten laitteiden aiheuttamat ympäristöhaitat ovat huonosti julkisuudessa ja kuluttajien tietoisuudessa.

5.2 Eettiset näkökulmat ja luotettavuus

Varmistetaan, että opinnäytetyöhön valitut tieteelliset lähteet ovat oikeita ja perustuvat luotettavaan tietoon sekä tutkimukseen. Muiden kuin tieteellisten tutkimusten, kuten uutisartikkelien luotettavuuden arviointi voi olla haastavampaa. Opinnäytetyön kirjoituksen aikana tarkistettiin opinnäytetöiden eettiset suositukset, joita tarjoavat muun muassa Arene ry sekä TENK (Tutkimuseettinen Neuvottelukunta).

Opinnäytetyössä oli käytössä ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Katsauksen teossa toteutetaan muun muassa henkilötietojen käsittelyyn ja tietosuojaan liittyviä periaatteita tarvittaessa. Periaatteista ovat esimerkiksi aineistojen, julkaisujen ja tulosten anonymisointi. Katsaukseen sisältyy säännökset lääketieteellisestä tutkimuksesta, sillä tämän opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä tietoa terveydestä sekä edistää terveyttä teknologian avulla. (Arene 2020.) Arenen lisäksi käytetään TENK:n laatimia yleisiä eettisiä periaatteita, mitkä koskettavat kaikkia tutkittavia ihmisiä, sekä TENK:n laatimia HTK-periaatteita (Hyvä tieteellinen käytäntö). (TENK 2019; TENK 2012.) Tekstin viittaamisessa varmistetaan oikeaoppinen viittaus ja lähteiden aitous. Pyritään aina viittaamaan lainattuun tekstiin ja tietoon.

Lähteet

- Agar, J. 2019. What is technology? University College London. Viitattu 8.2.2022. Saatavissa <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00033790.2019.1672788?needAccess=true>
- Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry. 2020. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Viitattu 10.4.2021. Saatavissa <https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULU-JEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?t=1578480382>
- Blum, A. 2018. Freestyle Libre Glucose Monitoring System. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5898159/>
- Cheung, ML., Chau, K., Lam, M., Tse, G., Ho, K., Flint, S., Broom, D., Tso, E. & Lee, K. 2019. Examining Consumers' Adoption of Wearable Healthcare Technology: The Role of Health Attributes. Int J Environ Res Public Health. Viitattu 12.3.2021. Saatavissa <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6650855/>
- Dredge, S. 2020. Can virtual reality really get you fit? The Guardian. Viitattu 4.1.2022. Saatavissa <https://www.theguardian.com/technology/2020/jul/26/can-virtual-reality-really-get-you-fit>
- García-Magariño, I., Sarkar, D., Lacuesta, R., 2019. "Wearable technology and mobile Applications for healthcare". Viitattu 23.3.2021. Saatavissa <http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.saimia.fi/ehost/detail/detail?vid=0&sid=a87e6a2d-badd-4f1f-bd09-7dd21444d6b1%40sessionmgr101&bdata=JnNpdGU9ZWZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=136550186&db=aci>
- Halsvaha, T., Lunden, T. & Yli-Hollo, T. 2019. Teknologia on hyvä renki myös hoitotyössä. Turun Sanomat. Viitattu 10.4.2021. Saatavissa <https://www.ts.fi/lukijoilta/4588654/Lukijalta+Teknologia+on+hyva+renki+myos+hoitotyossa>
- Harjumaa, M. 2020. Aktiivisuusranneke valehtelee, mutta se ei haittaa – muutokset omassa liikkumisessa tulevat silti näkyviin. Yle. Viitattu 16.3.2022. Saatavissa <https://yle.fi/uutiset/3-11176919>
- Hinkula, M. 2022. Tampereen yliopiston uusi hanke vie lääkärin virtuaaliodellisuuteen. YLE. Viitattu 13.5.2022. Saatavissa <https://yle.fi/uutiset/3-12436727>

Horn, S. 2021. Älypuhelimia vaihdetaan parin vuoden välein - Luonnonvarojen hupeneminen ei Suomessa vaikuta älylaitteiden ostopäätöksiin. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 13.5.2022. Saatavissa [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Alypuhelimia_vaihdetaan_parin_vuoden_val\(61802\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Alypuhelimia_vaihdetaan_parin_vuoden_val(61802))

Huong, T. & Nicholas, G. 2019. Making the world a better place by making better products: Eco-friendly consumer innovativeness and the adoption of eco-innovations. Viitattu 13.5.2022. Saatavissa <https://www-emerald-com.ezproxy.saimia.fi/insight/content/doi/10.1108/EJM-11-2017-0888/full/html#sec014>

Jyväskylän yliopisto. 2021. Uudet puettavat älylaitteet muuttavat viestintää ja kieltä. Viitattu 16.3.2022. Saatavissa <https://www.jyu.fi/fi/ajankohtaista/arkisto/2021/06/uudet-puettavat-alylaitteet-muuttavat-viestintaa-ja-kielta>

Lecourt, P. 2018. Oculus Quest. Flickr. Viitattu 22.5.2022. Saatavissa <https://flic.kr/p/2ao2vXu>

Mahony, M. & Gwilt, A. 2016. Where does technology fit in the Circular Economy? Viitattu 17.3.2022. Saatavissa: http://shura.shu.ac.uk/15005/8/Gwilt_where_does_wearable%20%28VoR%29.pdf

Manninen, O. 2021. Testissä Samsung Galaxy Watch4 Classic (42 mm). Io-tech. Viitattu 22.5.2022. Saatavissa <https://www.io-tech.fi/artikkelit/testissa-samsung-galaxy-watch4-classic-42-mm/>

Pirskanen, J. 2018. "Aktiivisuusrannekkeen hyödyntämisen kokeilu tekonivelleikkauspotilaan kuntoutuksen tukena". Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201803083137>

POLAR. 2019. Polar H10 Heart Rate Sensor System. Viitattu 19.5.2022. Saatavissa <https://www.polar.com/sites/default/files/static/science/white-papers/polar-h10-heart-rate-sensor-white-paper.pdf>

Ruokanen, R. 2020. Tutkimus: Suomalainen Oura-älysormus saattaa paljastaa koronaviruksen, joka muuten jäisi huomaamatta. Tekniikan Maailma. Viitattu 10.4.2021. Saatavissa <https://tekniikanmaailma.fi/tutkimus-suomalainen-oura-alyormus-saattaa-paljastaa-koronaviruksen-joka-muuten-jaisi-huomaamatta/>

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarasto. Viitattu 24.5.2022. Saatavissa https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_3_4.html

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Viitattu 10.4.2021. Saatavissa https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

Stone, D. 2017. The 10 Inventions that Changed the World. National Geographic. Viitattu 4.1.2022. Saatavissa: <https://www.nationalgeographic.com/magazine/article/explore-top-ten-innovations>

Storås, N. 2021. Oura julkaisi älysormuksensa kolmannen version. Helsingin Sanomat. Viitattu 16.3.2022. Saatavissa <https://www.hs.fi/teknologia/art-2000008359069.html>

Trexler, E. 2022. Research Spotlight: Accuracy of wearables for measuring energy expenditure. Stronger by science. Viitattu 19.5.2022. Saatavissa <https://www.stronger-byscience.com/research-spotlight-wearables/>

Tuomi, S., Latvala, E. 2017. Opinnäytetyön ohjaajan käsikirja. Viitattu 10.4.2021. Saatavissa <https://oppimateriaalit.jamk.fi/yamk-kasikirja/kirjallisuuskatsaukset/>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. 2012. Viitattu 10.4.2021. Saatavissa https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 3. Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarvointi Suomessa. 2019. Viitattu 10.4.2021. Saatavissa https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2019.pdf

Verch, M. 2020. Oura Ring: close-up of personal health tracking device with advanced sensor technology. Flickr. Viitattu 22.5.2022. Saatavissa <https://flic.kr/p/2kdAbqu>

Virtual Reality Institute of Health and Exercise. 2022. VR ratings. Viitattu 4.1.2022. Saatavissa <https://vrhealth.institute/vr-ratings/>