



Valpuri Mustonen

Kävelyn kinemaattiset ja spatiotemporaaliset muutokset raskauden aikana

Kirjallisuuskatsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Fysioterapian tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

27.04.2022

Tekijä	Valpuri Mustonen
Otsikko	Kävelyn kinemaattiset ja spatiotemporaaaliset muutokset raskauden aikana – Kirjallisuuskatsaus
Sivumäärä	30 sivua
Aika	27.04.2022
Tutkinto	Fysioterapeutti (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Fysioterapian tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Fysioterapian lehtori Sanna Garam Fysioterapian lehtori Ulla Härkönen
<p>Kävely on yksi suosituimmista liikunnan muodoista ja raskaana oleville kävelyä suositellaan koko raskauden ajan. Raskaus vaikuttaa ihmiskehoon kokonaisvaltaisesti ja tämä voi vaikuttaa myös kävelytyyliin. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kirjallisuuskatsauksen muodossa, onko raskauden aikaisessa kävelyssä nähtävissä spatiotemporaaalisia tai kinemaattisia muutoksia alaraajoissa tai lantiossa. Valituista tutkimuksista myös tarkkailtiin, kuinka mahdolliset muutokset palautuivat synnytyksen jälkeen. Aineisto hankittiin kolmesta tietokannasta PubMed, CINAHL Complete (Ebsco) ja Medline (Ovid) tammi-kuussa 2022 sekä manuaalisen haun kautta. Lopulliseen kirjallisuuskatsauksen tarkkailuun päätyi 14 tutkimusta. Työelämäyhteytenä opinnäytetyölle toimii Suomen Äitiysfysioterapeutit ry.</p> <p>Yksikään tarkkailtu muuttuja ei saanut yksimielistä tukea tutkimuksilta. Eniten tukea muutokselle sai spatiotemporaaalisista muuttujista askelleveyden kasvu, jonka nähtiin olleen palautunut jo muutaman kuukauden jälkeen synnytyksestä. Kinemaattisista muuttujista muutosta nähtiin tuetuimmin lonkkanivelessä ja lantion asennossa. Lantion anteriorisen kallistumisen nähtiin kasvavan läpi raskauden, kun taas frontaali- ja horisontaalitasolla lantion liikelaajuus näytti pienenevän. Myös lonkan kinematiikassa nähtiin muutoksia, sillä vaikka lonkan liikelaajuus pysyi raskauden aikana samana, nähtiin kävelyn aikaisen lonkan liikkeen toteutuvan useita asteita fleksioituneemmassa asennossa. Kävelynopeus, askelparipituus sekä polven ja nilkan kinematiikka saivat enemmän näyttöä tutkimuksissa sille, ettei muutosta tapahdu raskauden aikana.</p> <p>Suuri hajonta tutkittujen välillä vihjaa, että vaikka tilastollisesti merkitseviä muutoksia kävelyssä löydettiin, on odottajilla joustavia ja yksilöllisiä strategioita, kuinka sopeutua raskauden tuomiin muutoksiin. Teorioita muutosten sille olivat muun muassa turvallisuudentunteen hakuisuus kävelyssä sekä että lantion anteriorinen kallistuminen on pääasiallinen syy muille spatiotemporaaalisille ja kinemaattisille muutoksille. Kirjallisuuskatsaukseen valituissa tutkimuksissa pienet otannat, tutkimusasetelmalliset erot, heterogeeniset ryhmät ja tutkittavien itse valitsema kävelynopeus vaikuttivat tulosten hajanaisuuteen. Tulevaisuuden opinnäytetöissä olisi tarpeellista selvittää, kuinka raskauden aikainen kävely muuttuu, mikäli odottajalla on tuki- ja liikuntaelimestön kipua, kuten esimerkiksi lantioerekaan kipua.</p>	
Avainsanat	Raskaus, kävely, spatiotemporaalinen, kinemaattinen

Author	Valpuri Mustonen
Title	The spatiotemporal and kinematic changes in gait during pregnancy – A Literature Review
Number of Pages	30 pages
Date	27th of April 2022
Degree	Physiotherapist
Degree Programme	Physiotherapy, Bachelor of Health Care
Instructors	Sanna Garam, Senior Lecturer Ulla Härkönen, Senior Lecturer
<p>Walking is one of the most popular forms of exercise and for pregnant people it is recommended throughout pregnancy. Pregnancy has a considerable effect on the human body, and this can also affect the way one walks. The purpose of this bachelor's thesis was to investigate if there are spatiotemporal or kinematic changes in the lower limb and pelvis during gait in pregnancy. Additionally, the timeline of postpartum recovery was analyzed. The data for this study was collected in January of 2022 from three databases and through manual searches. Fourteen studies were used for this thesis after elimination. This thesis was done in collaboration with Suomen Äitiysfysioterapeutit ry (The Finnish Maternity Physiotherapists).</p> <p>None of the observed variables received unanimous support from the studies. In terms of spatiotemporal variables, step width was the most likely to exhibit significant change and it was seen to recover as quickly as in few months after delivery. Among the kinematic variables the hip and pelvis movement received the most support for change. Throughout pregnancy, anterior tilt increased and frontal- and horizontal range of motion decreased. Even though the range of motion of the hip stayed the same, the hip joint was observed to become increasingly flexed throughout the gait cycle. In most studies, velocity, stride length and knee and ankle kinematics did not change during pregnancy. The reasons for the changes in gait can be described as the search for safety during gait or the growing anterior tilt of the pelvis being a starting point for other kinematic and spatiotemporal changes. Small samples, study design differences, heterogeneous groups and walking speed selected by the study subjects themselves may have effect on the noticeable difference between results in the studies selected for this literature review.</p> <p>The significant variability between subjects suggests that even though significant results were found, each pregnant subject adapted in an individual and flexible manner to pregnancy's induced changes. Future Bachelor's theses should investigate how gait in pregnancy changes if the pregnant subject also has a musculoskeletal pain symptom, for example pelvic girdle pain.</p>	
Keywords	Pregnancy, gait, spatiotemporal, kinematic

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	2
3	Kävelyn spatiotemporaaliset ja kinemaattiset piireet	2
3.1	Tukivaiheen osat	4
3.2	Heilahdusvaiheen osat	5
3.3	Spatiotemporaaliset muuttujat kävelyssä	6
3.4	Kolmiulotteinen liikeanalyysi	7
4	Raskauden tuomat muutokset kävelyyn	8
5	Kirjallisuuskatsauksen toteutus ja valitut tutkimukset	9
6	Spatiotemporaaliset tulokset	20
6.1	Kävelynopeuden muutokset	20
6.2	Askelleveyden ja tukipinnan muutokset	21
6.3	Askelparipituuden muutokset	22
6.4	Kävelyn tukivaiheiden muutokset	22
7	Kinemaattiset tulokset	23
7.1	Lantion kinematiikan muutokset	23
7.2	Lonkkanivelen kinematiikan muutokset	24
7.3	Polven kinematiikan muutokset	25
7.4	Nilkan kinematiikan muutokset	25
8	Pohdinta	26
	Lähteet	31

1 Johdanto

Suomalaisten suosituin liikunnan muoto on kävelylenkkeily ja noin kuusikymmentä prosenttia aikuisista harrastaa kävelylenkkeilyä. Naisten joukossa luku on vielä suurempi, sillä miltei 70% Tilastokeskuksen vapaa-ajankyselyyn vastanneista naisista harrasti kävelylenkkejä viikoittain. (Ruuskanen 2019.) Kävelyä suositellaan kaikissa raskauden vaiheissa ja varsinkin odottajille, jotka eivät ole liikkuneet aktiivisesti ennen raskautta (UKK-instituutti 2021a; Pietiläinen & Väyrynen 2017: 167). On kuitenkin vaihtelua siinä, kuinka odottava kokee kävelylenkit viimeisen kolmanneksen aikana (Pietiläinen & Väyrynen 2017: 169). Tanskalainen tutkimus totesi, että COVID-19-epidemian ensimmäisen vuoden aikana raskaana olleet suosivat ensisijaisena liikunnan muotonaan kävelyä (Hegaard ym. 2021).

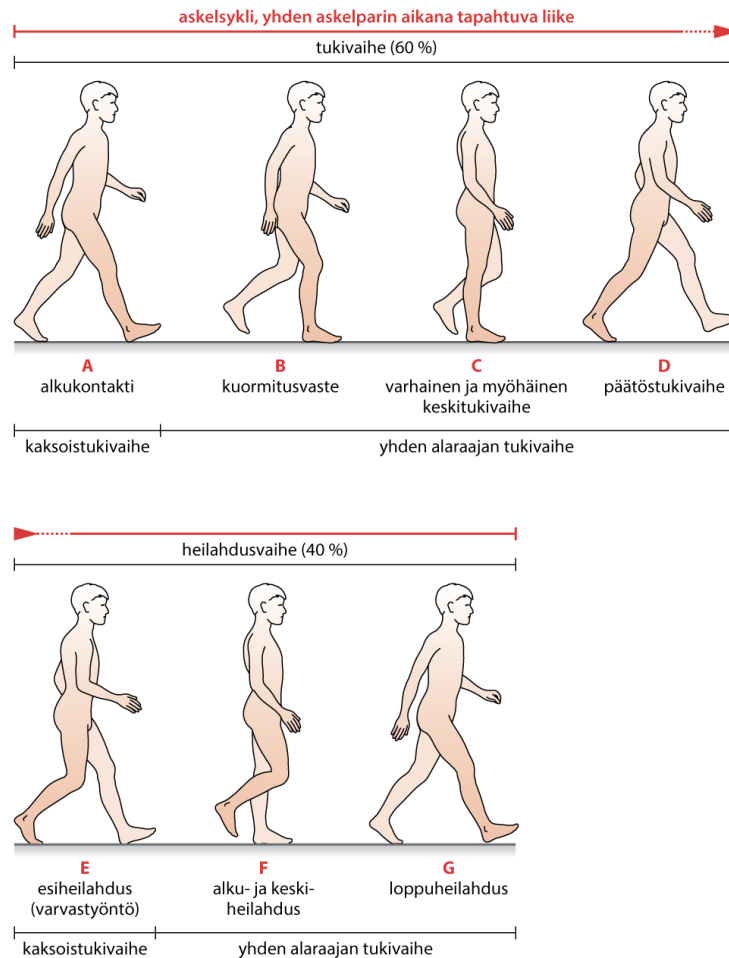
Kävely on monimutkainen liikesarja, joka koostuu ylä- ja alaraajan sekä vartalon liikkeistä (Väyrynen 2016b). Kävelyn tarkkailua suositellaan varsinkin silloin, kun alaraajan toimintaa arvioidaan (Magee 2014: 994), mutta oikean ja väärän kävelytyylin jaottelun sijaan analyysissä suhteutetaan tapaa liikkua yksilölliseen kehoon (Väyrynen 2016b). Jo kehon mittasuhteiden yksilöllisyys vaikuttaa kävelyn toteutumiseen (Sandström & Ahonen 2011: 295). Ammatillaisen hyvän kävelyanalyysin toteutuksen perustana ovatkin vahvat teoriataidot sekä käytännön kokemus (Kirtley 2006: 5). Fysioterapeutin vastaanotolla liikettä tyypillisimmin arvioidaan kliinisen ja visuaalisen havainnoinnin kautta sen monipuolisuuden vuoksi. Useimmiten käytössä ei ole liikeanalyysilaitteistoja, sillä ne eivät ole nopea tapa saada palautetta vastaanottotilanteessa. Aistinvaraisen tarkkailun heikkoutena on se, että ammatillaisen arviointi jää subjektiiviseksi, nopeita liikkeitä voi olla vaikeampaa arvioida ja nähtyä suoritusta ei voida toistaa myöhemmin. (Kauranen & Nurkka 2010: 371.) Aistinvaraisen havainnoinnin heikkoudet saadaankin liikeanalyysilaitteiston avulla eliminoitua, sillä laitteisto voi analysoida liikettä tarkemmin kuin mihin ihminen pystyy ja voi luoda graafisen mallinnuksen liikkeestä. (Kauranen & Nurkka 2010: 372.) Kinemaattisten ja kineettisten systeemien tarkkailussa on kuitenkin vielä nykylaitteistojen aikana tarvetta ihmisen arviointikyvyille, sillä datan suuren määrän vuoksi vaaditaan ihmisen arviointia sille, mikä datasta on merkityksellistä kyseissä tapauksessa (Levine & Richards & Whittle 2012: 110).

2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyö on kirjallisuuskatsaus, jossa tarkoituksena on selvittää, onko raskauden aikana nähtävissä kävelyssä spatiotemporaalisia tai kinemaattisia muutoksia vuoden 2000 jälkeen julkaistujen tutkimusten perusteella. Kinemaattiset muutokset on rajattu tässä kirjallisuuskatsauksessa koskemaan lantiota ja alaraajaa. Kirjallisuuskatsauksessa myös tarkkaillaan sitä, ovatko mahdolliset muutokset vielä nähtävissä synnytyksen jälkeen. Materiaalin tavoitteena on toimia fysioterapian ammattilaisille ja opiskelijoille selvityksenä viimeisimmästä tutkimustiedosta. Fysioterapeutin käytännön työssä raskauden aikaisten motoristen muutosten tietoa voidaan hyödyntää niin tuki- ja liikuntaelimistön vammojen ennaltaehkäisyssä kuin urheilu- ja kuntoutussuunnitelmien luonnissa (Branco & Santos-Rocha & Aguiar & Vieira & Veloso 2013). Opinnäytetyön yhteistyökumppanina toimii Suomen Äitiysfysioterapeutit ry. Opinnäytetyön aihe nähtiin yhdistyksen jäsenien osaamisalueeseen kuuluvaksi sekä aiheeksi, joka tukee ammatillisen osaamisen kehitystä.

3 Kävelyn spatiotemporaaliset ja kinemaattiset piireet

Kävely voidaan nähdä liikkeenä, jossa käyttäen vuorotellen kahta jalkaa tuotetaan sekä tukea että työntövoimaa (Levine & Richards & Whittle 2012: 27). Kävelyn toteutumiseksi on kolme perusedellytystä: etenevä liike, kehon vakauden ylläpitäminen ja kävelyn mukauttaminen tilanteeseen sopivaksi (Sandström & Ahonen 2011: 289). Ihmiskehossa on useita kineettisiä ketjuja, joiden kautta kehon nivelet ovat toiminnallisesti yhteydessä toisiinsa. Näitä ketjuja voivat muuttaa muun muassa nivelten liikkuvuuksien poikkeavuudet, linjauspoikkeamat, vammat ja lihasepätasapainot. (Saarikoski 2016.)



Kuva 1. Askelsyklin vaiheet (Väyrynen 2016a)

Alaraajassa askelluksen vaiheet voidaan yksinkertaisimmillaan jakaa kahteen: tukivaiheeseen ja heilausvaiheeseen. Yhden raajan kontaktivaihe kestää askelluksesta noin 60 % ja heilausvaihe 40 % (ks. kuva 1). Askelsykliä voidaan myös jaotella tuen perusteella kaksoistukivaiheeseen (engl. *double-stance*) ja yhden jalan tukivaiheeseen (engl. *single stance*), joista kaksoistukivaiheessä molemmat jalat ovat kontaktissa maahan ja yhden jalan tukivaiheessä vain yksi. (Kauranen 2021: 366; Magee 2014: 981–982.) Useimmiten kaksoistukivaihetta kestää noin 25 % syklistä. Kaksoistuen pituus askelsyklissä lyhenee, mitä nopeampaa kävely on ja on vastaavasti juoksussa kadonnut (Magee 2014: 984). Kontakti- ja heilausvaihte jaetaan vielä tarkemmin osavaiheisiin, jotka kuvaillaan seuraavissa kappaleissa ja esitellään kuvassa yksi.

3.1 Tukivaiheen osat

Kantaisku (engl. *initial contact*, *heelstrike*), toiselta nimeltään alkukontakti, on lyhyin kävelyn vaihe, jossa painon varaaminen edessä olevalle alaraajalle alkaa. Askelsyklin pituudesta vaihe kestää vain 2 %. Kantaiskussa lantion asento on vertikaalisesti neutraalissa asennossa ja horisontaalitasolla kiertynyt mediaalisesti, joka lisää askelpituutta. (Sandström & Ahonen 2011: 298.) Vartalossa on ristisuuntaista kiertoa ja vastakkainen yläraaja on eteenpäin työntynyt (Kauranen & Nurkka 2010: 383). Lonkkanivel on noin 20–40 asteen fleksiossa, johon se on päätyntä edeltävän heilahdusvaiheen lopussa (Magee 2014: 989). Polvi voi olla alkukontaktivaiheessa ojentuneena tai hieman fleksoitunut. Nilkka on neutraalissa 90 asteen kulmassa sekä jalkaterä on supinoitunut ja kantaiskun myötä aloittaa plantaarifleksioon suuntautumisen. (Magee 2014: 988–990; Levine ym. 2012: 40.)

Seuraava kävelyn vaihe on painonvarausvaihe (engl. *load response*), toiselta nimeltään kuormitusvastevaihe, joka kestää noin 8–10 % askelsyklistä (Sandström & Ahonen 2011: 298–299). Painonvarausvaiheen aikana vastakkainen alaraaja aloittaa heilahdusvaiheen, jonka vuoksi kehon paino alkaa siirtyä edessä olevalle jalalle (Magee 2014: 985). Lantio kallistuu hieman vastakkaisen heilahtavan jalan suuntaan frontaalitasossa. Fleksiossa olevat lonkkanivel ja kahdessakymmenessä fleksion asteessa oleva polvi etenevät ekstensiosuuntaan, jonka lisäksi lonkassa tapahtuu adduktiota ja mediaalirotaatiota. Tibia kiertyy painonvarausvaiheessa hieman mediaalisesti ja ylittää nilkan. Jalkaterä suuntautuu liikkeen aikana pronaatioon, jonka kautta voi mukautua askelpintaan kontaktin myötä ja nilkka ohjautuu plantaarifleksioista kohti dorsifleksiota. (Magee 2014: 989–990.) Alempi nilkanivel kääntyy eversioon (Sandström & Ahonen 2011: 300). Painonvarausvaihe loppuu, kun jalkapohja on saanut täyden kontaktin alustaan (Magee 2014:989).

Keskitukivaihe (engl. *midstance*) kestää noin viidenneksen kävelysyklin pituudesta ja on osa yhden jalan tukivaihetta, sillä vastakkainen jalka on aloittanut heilahdusvaiheen (Magee 2014: 982–983). Kehon paino on nyt täysin varautunut keskitukivaiheiselle alaraajalle (Kauranen 2021: 367). Tässä vaiheessa yläruumis palautuu rotaatiosta neutraaliin asentoon ja on korkeimmillaan vertikaalilinjassa syklin ajalta. Vartalo myös siirtyy keskitukivaiheen aikana keskilinjastaan lateraalisesti tukijalan suuntaan. (Levine ym. 2012: 43.) ja lantio pysyy edelleen hieman kallistuneena vastakkaisen heilahtavan jalan frontaalitasossa. Lonkkanivel jatkaa liikettä syklin aikana noin 10–15 asteen ekstensioon asti ja kiertyy lateraalirotaatioon. (Magee 2014: 990.) Nilkka liikkuu neutraa-

lista noin kymmenen asteen dorsifleksioon ja pronaatio vähenee sekä kantaluun ever-sio siirtyy neutraaliin asentoon. Keho ylittää nilkan samalla kun paino siirtyy jalan kärki-osaan. (Sandström & Ahonen 2011: 302.)

Kannankohotusvaihe (engl. *terminal stance, heel rise, heel off*) kestää 20 % askelsyklistä ja on toiselta nimeltään päätöstukivaihe (Sandström & Ahonen 2011: 303). Kannankohotusvaiheen tunnistaa taaemman tukijalan kantapään noususta alustalta (Sandström & Ahonen 2011: 303) ja kehon paino alkaa varautua vastakkaiselle jalalle, joka on siirtynyt heilahdusvaiheesta kohti alkukontaktia ja painonsiirtovaihetta. Lantio on kallistunut posteriorisesti sekä frontaalitasolla laskeutuu kannankohotusvaiheen puoleisen jalan puolelle. (Magee 2014: 982–991.) Lantio myös kiertyy hieman transversaalitasolla myötäillen jalkojen asemointia (Levine ym. 2012: 44). Kannankohotusvaiheessa yläruumis kiertyy neutraalista lantion linjaa mukailevaksi (Magee 2014: 991). Lonkkanivel on lateraaliossa rotaatiossa, abduktiossa ja 10–15 asteen ekstensiossa. Polvi on vaiheen alussa hieman fleksiossa ja suuntaa täyteen ekstensioon vaiheen aikana. Jalkaterä on supinaatiossa. Nilkassa on vaiheen alussa noin 15 asteen dorsifleksiota ja on suuntautumassa vaiheen aikana plantaarifleksioon, jolla voidaan nostaa kantaa maasta ja työntää painopistettä eteenpäin vastakkaiselle jalalle. (Magee 2014: 982–991.)

Varvastyöntövaihe (engl. *preswing, toe off*) on viimeinen tukivaiheen osa ja sen aikana jalka lopullisesti nousee maasta ja etenee heilahdusvaiheeseen (Magee 2014: 990–991). Varvastyöntövaihetta voidaan kutsua myös esiheilahdusvaiheeksi. Varvastyöntövaihe kestää noin 10 % askelsyklistä. (Sandström & Ahonen 2011: 305). Varvastyöntövaiheen käynnistää vastakkaisen raajan jalkapohjan kontakti maahan, jolloin paino siirtyy pois taaemman jalan varalta. Varvastyöntövaiheen loppu lopettaa kaksoistukivaiheen. (Sandström & Ahonen 2011: 306.) Varvastyöntövaiheessa lantio on edelleen posteriorisesti kallistunut sekä on horisontaalitasolla jalkojen asemointia myötäillen kierrossa, mutta vastaavasti vartalon horisontaalitason ristikkäinen kiertosuunta pienee ja alkaa lähentyä kohti neutraalia asentoa (Sandström & Ahonen 2011: 306). Lonkkanivel on ekstensiossa ja mediaalirotaatiossa. Polvinivel liikkuu vaiheen aikana miltei täydestä ekstensiosta noin 30–40 asteen fleksioon. Jalkaterä on supinoitunut ja nilkka siirtyy edellisen vaiheen 15 asteen dorsifleksiosta noin 20 asteen plantaarifleksioon. (Magee 2014: 982–991.)

3.2 Heilahdusvaiheen osat

Alkuheilahdusvaihe (engl. *initial swing*) aloittaa yhden jalan tukivaiheen askelsyklistä. Alkuheilahdusvaihe kestää noin 13 % syklin pituudesta. (Magee 2014: 983; Sandström

& Ahonen 2011: 306.) Alkuheilahdusvaiheessa heilahtava jalka siirtyy vastakkaisen jalan takaa sen vierelle (Magee 2014: 982), polvi ja lonkka fleksoituvat ja nilkka etenee dorsifleksiosuuntaan (Kauranen & Nurkka 2010: 385). Nilkka aloittaa vaiheen lievässä pronaatiossa ja ojentuu 20 asteen dorsifleksioista kohti 10 astetta ja supinaatiota. Polvi koukistuu 30–40 asteesta jopa 60 asteen fleksioon ja tibia liikkuu lateraalirotaatiosta kohti neutraalimpaa asentoa. Lonkkanivelen fleksiota tapahtuu alkuheilahdusvaiheessa ojennuksesta noin 15 asteen fleksioon. (Magee 2014: 991–992.) Liikkeen aikana yläruumiin kierrot horisontaalitasolla neutralisoituvat. Lantio kallistuu frontaalaisesti heilahtavan jalan suuntaan 4–5 astetta alaspäin, on posteriorisesti kallistunut ja kiertyy horisontaalitasolla heilahtavan jalan suuntaan. (Sandström & Ahonen 2011: 306–307; Magee 2014: 991–992.)

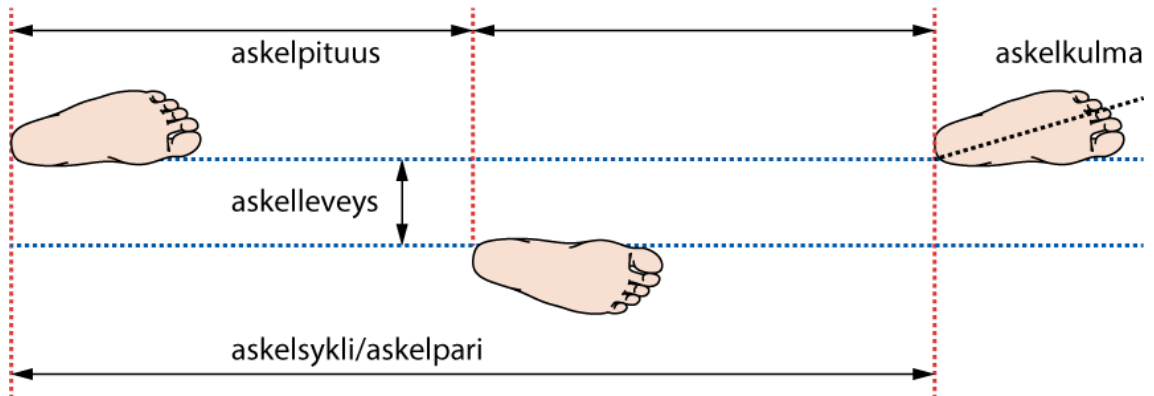
Keskiheilahdusvaihe (engl. *mid-swing*) kestää askelsyklistä 10 % ja on tunnistettavissa siitä, että heilahtava jalka siirtyy tukijalan sivulta sen eteen (Magee 2014: 982–984). Keski- ja loppuheilahdusvaiheissa heilahdusliike tapahtuu enemmän polvinivelen ojentumisen kautta, eikä reisilinja muutu yhtä paljon lonkan koukistumisen kautta. (Sandström & Ahonen 2011: 307.) Lonkkanivel liikkuu vaiheen aikana vain 15 asteesta 25–30 asteeseen, kun taas polvi ojentuu edellisen vaiheen 60 fleksion asteesta kohti 25 astetta. Lonkka myös kiertyy mediaalisesti. (Magee 2014: 991–993.) Keskiheilahdusvaiheessa yläruumis kiertyy vastakkaiseen suuntaan lantion kanssa, joka kiertyy horisontaalisesti myötäillen heilahtavan jalan linjaa (Sandström & Ahonen 2011: 307). Nilkka siirtyy pienestä plantaarifleksioista neutraaliin asentoon (Magee 2014: 992).

Loppuheilahdusvaihe (engl. *terminal swing*) kestää askelsyklistä noin 12 % ja siitä käytetään myös nimeä päätösheilahdusvaihe. Loppuheilahdusvaiheessa polvinivel jatkaa edellisessä vaiheessa aloitettua ojentumista samalla, kun lonkkakulma pysyy suhteellisen samana. (Sandström & Ahonen 2011: 307–308.) Tibia on hieman lateraalisesti kiertynyt (Magee 2014: 991). Vartalon vastakkainen horisontaalikierto lantioon nähden on suurentunut koko heilahdusvaiheen aikana ja jää nyt korkeimmilleen, ennen kuin aloittaa palautumisen neutraalin tukivaiheen aikana. Lantio on edelleen hennosti posteriorisesti kallellaan ja horisontaalitasolla kiertynyt jalkojen asemia myötäillen. (Sandström & Ahonen 2011: 307–308.) Nilkka on heilahduksen loppuvaiheessa neutraalissa asennossa ja jalkaterä hieman supinaatiossa (Magee 2014: 991).

3.3 Spatiotemporaaliset muuttujat kävelyssä

Spatiotemporaaliset muuttujat sisältävät niin spatiaalisia, eli tilaan liittyviä, sekä temporaalisia, eli ajallisia komponentteja (Kauranen 2021: 373). Tilaan liittyviä muuttujia ovat

askeleen (engl. *step*) ja askelparin (engl. *stride*) pituudet, askelleveys sekä jalkaterän askelkulma. Ajallisia muuttujia ovat askeleen kadenssi eli askeltiheys sekä askeleen tai askelparin toteutuksen kesto. Kävelynopeus on sekä tilaan että aikaan liittyvä muuttuja. (Magee 2014: 981.)



Kuva 2. Havainnollistava kuva spatiaalisista kävelyn osista (Väyrynen 2016b)

Kävelyn spatiotemporaalisilla arvoilla voi olla suuriakin yksilöllisiä eroja. Askelleveys on pituudeltaan noin 10-15 cm tai kyseisen henkilön nyrkin levyinen (Väyrynen 2016b). Askelpituus on muun muassa iästä ja pituudesta riippuen noin 50-80 cm (Kauranen & Nurkka 2010: 382), mutta tämä on on myös yhteydessä kävelynopeuteen. Askeltiheys vaihtelee suunnilleen 90-120 askeleen verran minuutissa ja on liitoksissa kävelijän pituuteen sekä sukupuoleen, sillä useimmiten naisten askeltiheys on korkeampi. (Magee 2014: 985-987.) Jalkaterien aurasikulmassa on muutoksia askelluksen aikana. Tukivaiheen aikana kierto on useimmiten 5-10 astetta ulkokierrossa, mutta voi myös olla sisäkierrossa. (Kauranen 2021: 365-366; Kauranen & Nurkka 2010: 381-382.) Stabiiliteettia askelluksessa voi hakea strategiana esimerkiksi aurasikulman lievällä lisäämisellä tai askelleveyden leventämisellä. Askelleveyden leventyessä kuitenkin kehon sivuttaissuuntainen heiluminen askelluksen aikana lisääntyy. (Kauranen 2021: 365-366.) Liian leventynyt askelleveys voi myös tuoda korostuneesti painoa jalkapohjan sisäreunalle, jonka myötä alaraaja voi tukivaiheen loppuvaiheessa siirtyä enemmän sisäkiertoon (Väyrynen 2016b).

3.4 Kolmiulotteinen liikeanalyysi

Kolmiulotteisessa liikkeen analysoinnissa käytetään vähintään kahta kameraa, mutta mitä monimutkaisempaa liikesarjaa tarkkaillaan, sitä enemmän kameroita tarvitaan. Mikäli tutkimuksessa käytetään useampia kameroita, on varmistettava, että vähintään

kaksi kameraa näkevät saman kohdan eri suunnista kolmiulotteisuuden varmentamiseksi. (Kauranen & Nurkka 2010: 373–375.) Kolmiulotteisessa liikeanalyysissä tarkkaillaan, kuinka suurta toteutunut liike on eri liiketasoilla sekä onko tämä poikkeavaa (Sandström & Ahonen 2011: 165). Kävelyn videoinnissa käytössä voi olla normaali kamera, jopa kännykän kamera tai suurnopeuskamera. Suurnopeuskamera, joka on suunniteltu liikeanalyysiin, kuvaa yleisimmin 120–240 kuvaa sekunnissa, kun taas ihmissilmä näkee vain 16 kuvaa sekunnissa. (Väyrynen, 2016c.)

Usein liikkeen analysoinnissa käytetään apuna heijastinpisteitä eli markkereita. Markkereita on suositeltavaa käyttää, vaikka tutkimuksen analyysi perustuisikin vain videokuvaan. Mikäli tutkimus tarkkailee nivelkulmia, asetetaan markerit molemmille puolille niveltä. Markkereiden liikkeestä pystytään selvittämään tietokoneohjelmilla graafisia selvityksiä esimerkiksi nivelen liikkeestä paikkakoordinaatein. Useimmiten markkereilla mitataan paikan muutoksia, nopeutta, kiihtyvyyttä, kulman muutosta, kulmanopeutta ja kulmakihtyvyyttä. (Kauranen & Nurkka 2010: 375–378.) Yleisiä markkereiden paikkoja alaraajojen kävelyanalyysissä on suoliluun harjut, polvet sekä kantaluut (Väyrynen 2016c). Markkereiden asettamisessa on syytä olla tarkkaavainen, sillä väärin asetettuna tulokset muuttuvat merkitsevästi. Tästä esimerkkinä toimii lantion mittaus, joka toteutetaan kolmen markerin avulla: yksi markeri molemman suoliluun yläetukärjelle sekä yksi S2-nikaman kohdalle. Mikäli selkärangan markeri osuu S2-nikaman sijaan S1-nikamaan, näyttävät tulokset lantion asennosta todellista tilannetta enemmän anteriorista kallistumaa. Luiset maamerkit voivat olla myös vaikeita kohdentaa oikein, kuten lonkkanivelen tapauksessa, joka on useiden lihasten ja jänteiden suojaamana. (Kirtley 2006: 55–56.)

4 Raskauden tuomat muutokset kävelyyn

Raskaus eli graviditeetti on keskimäärin 40 viikkoa kestävä ajanjakso, joka alkaa hedelmöitymisen hetkestä ja päättyy synnytykseen (Leppäluoto ym. 2013: 365; Kauranen 2021:616). Raskaus jaetaan kolmanneksiin, eli trimestereihin, jotka ryhmittyvät viikoille 0–12, 13–24 ja 25–40 (Kauranen 2021: 616). Raskaudesta tulee vaikutuksia naisen miltei jokaiseen elimeen (Pietiläinen & Väyrynen 2017: 161), joista tuki- ja liikuntaelimestön osalta muutoksille erityisen altis alue on selkä ja lantio (Sariola & Nuutila & Sainio & Saisto & Tiitinen 2014: 57).

Raskauden aikaiseksi normaaliksi painonnousuksi on arvioitu olevan 10–12 kg, mutta tähän vaikuttavat useat yksilökohtaiset tekijät, kuten painoindeksi, terveydentila ja ikä

(Litmanen 2017: 109). Kehon painopiste ennen raskautta sijaitsee muutamia senttimetrejä anteriorisesti ristiluun päätelevystä (Sandström & Ahonen 2011: 165). Raskauden myötä painopiste siirtyy anteriorisesti ja lannerangan lordoosi kasvaa. Kohdun kasvun muutos voi tuoda selän alueelle raskauden tunnetta ja jopa kipua (Litmanen 2017: 109), jota edesauttaa vatsalihasten tonuksen lasku ja erkautuminen. Tämä myös vaikeuttaa keskivartalon ja selän tukemisen mahdollisuuksia (Sariola ym. 2014: 57). Yli puolet raskaana olevista kokee selkävaikeuksia jossain vaiheessa raskauttaan (Pietiläinen & Väyrynen 2017: 163). Myös hormonaaliset muutokset vaikuttavat tuki- ja liikuntaelimistön toimintaan raskauden aikana. Esimerkiksi relaksiinihormoni löystyttää ensimmäisestä kolmanneksesta alkaen nivelsiteitä, joka voi aiheuttaa erilaisia kiputiloja (Pietiläinen & Väyrynen 2017: 161–164), muun muassa SI-nivelten ja häpyliitoksen alueella (Litmanen 2017; 109–110). Muita tärkeitä raskauden aikaisia hormoneita ovat estrogeeni ja progesteroni (Litmanen 2017; 109–110). Hengitysjärjestelmän muutokset vaikuttavat siihen, että ensimmäisen ja toisen kolmanneksen aikana tervekin odottaja voi kokea hengenahdistusta (Litmanen 2017: 105). Viimeisellä kolmanneksella hengenahdistus johtuu enempi pallean liikkeen rajoittuneisuudesta kohdun kasvun myötä, mutta tästä syystä johtuva hengenahdistus ei vaikuta odottajan tai sikiön hapensaantiin (Sariola 2014; 48). Lapsivuodeajaksi kutsutaan synnytyksen jälkeistä 6–8 viikkoa, jolloin synnyttäneen elimistö palautuu fysiologisesti raskauden aikaisista muutoksista ja muuttuu hormonijärjestelmän tasolla maidontuotantoon ja imettämiseen. (Litmanen 2017: 101.)

5 Kirjallisuuskatsauksen toteutus ja valitut tutkimukset

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kirjallisuuskatsauksen muodossa, onko raskaana olevien spatiotemporaalisissa ja kinemaattisissa kävelyn komponenteissa muutoksia raskauden aikana. Tutkimuksista tarkkailtiin lisäksi sitä, mitä valitut tutkimukset ovat todenneet mahdollisten muutosten palautumisesta synnytyksen jälkeen. Kinemaattiset muutokset on rajattu alueellisesti lantioon ja alaraajaan. Tutkimusaiheen piirissä tehtiin useilla tietokannoilla testihakuja, jonka kautta selvitettiin millaisista näkökulmista raskauden aikaista kävelyä on tutkittu vuodesta 2000 eteenpäin. Hakujen perusteella päädyttiin rajaamaan kirjallisuuskatsaus koskemaan spatiotemporaalisia ja kinemaattisia tekijöitä, sillä nämä tutkitut muuttujat esiintyivät useimmiten alaraajojen ja lantion alueen tutkimuksissa yhdessä.

Kirjallisuuskatsauksen sisäänottokriteereinä oli, että materiaalit olivat tutkimuksia, jotka olivat tuotettu englannin kielellä vuonna 2000–2021 ja olivat luettavissa. Tutkittavien

täytyi rajautua raskaana oleviin perusterveisiin henkilöihin. Mikäli tutkimuksessa oli odottavien sijaan käytetty vatsan alueelle ripustettuja lisäpainoja, tutkimusta ei hyväksytty kirjallisuuskatsaukseen. Tutkimuksen täytyi mitata raskauden aikaista kävelyä juuri kinemaattisten, spatiotemporaalisten tai molempien näkökulmien kautta ja tarkkailla, onko niissä nähtävissä muutosta. Kinematiikan tutkiminen rajattiin alueellisesti alaraajoihin ja lantion alueeseen. Mikäli tutkimus oli alaraajan ja lantion lisäksi tutkinut muita kehon alueita kinemaattisesti tai muuta kävelyn muuttujaa kuin spatiotemporaalisia, tutkimus mukaan luettiin sillä ehdolla, että tutkimukseen silti sisältyi merkittävästi spatiotemporaalisia ja kinemaattisia muuttujia alaraajasta ja lantiosta. Jos tutkimuksen rajaus koski kinematiikkaa alaraajan tai lantion ulkopuolella tai muuta kävelyn osa-alueita, kuten tasapainoa, tutkimusta ei hyväksytty mukaan.

Hakusanat tietokannasta Pubmed:

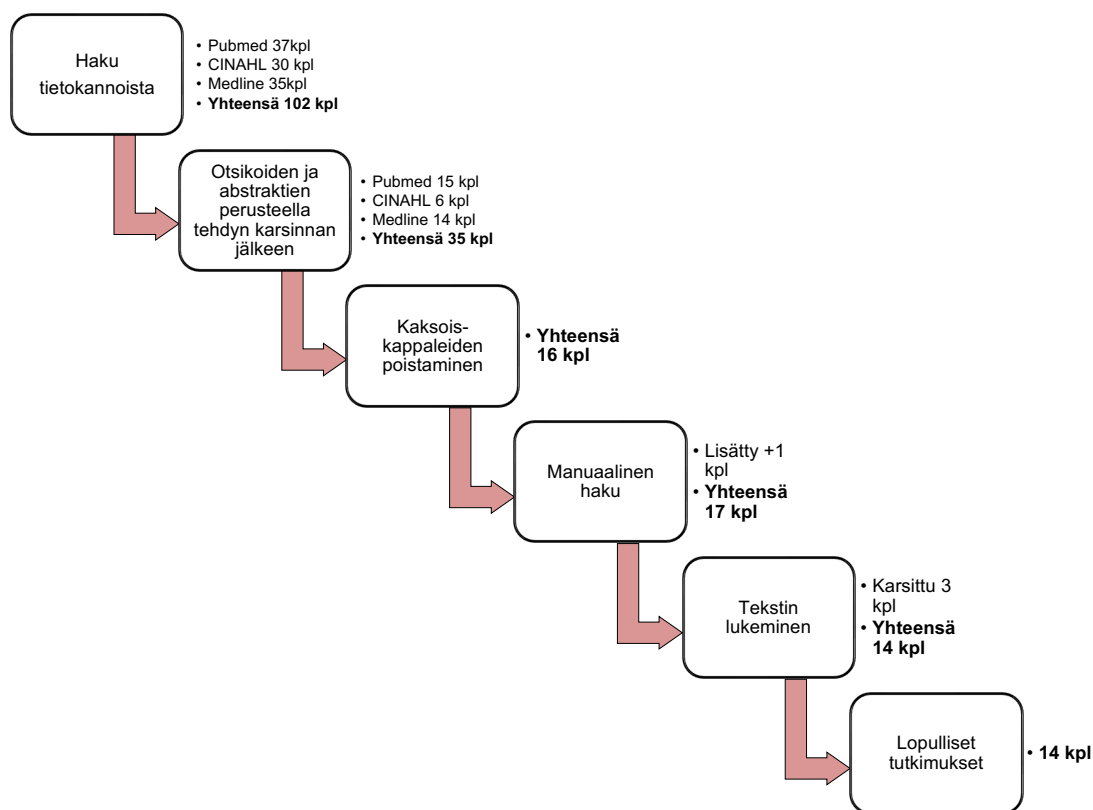
(Gait*) AND (pregnan*) AND (kinematic* OR spatiotemporal)

Hakusanat tietokannasta CINAHL Complete (Ebsco):

(Gait cycle or gait) AND (pregnant women or pregnancy) AND (kinematic or spatiotemporal)

Hakusanat tietokannasta Medline (Ovid), Advanced search:

(Gait*) and (pregnan*) and (kinematic* or spatiotemporal)



Taulukko 1. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusten valinta ja karsinta

Tutkimuskysymysten, hakutermien sekä sisään- ja poissulkukriteerien määrittelyn jälkeen tammikuussa 2022 toteutettiin haku tietokannoista PubMed, CINAHL ja Medline (Ovid), joista hakutuloksia saatiin yhteensä 102 (Taulukko 1). Hakutuloksella saadut tutkimukset luettiin tämän jälkeen otsikko- ja abstraktitasolla ja karsittiin kirjallisuuskatsaukseen sopimattomat tutkimukset. Jäljelle jääneistä tutkimuksista poistettiin manuaalisesti kaksoiskappaleet, jonka jälkeen tekstit luettiin läpi koko mitaltaan. Manuaalisen haun kautta kirjallisuuskatsaukseen valittiin yksi tutkimus.

Tekijät, vuosi ja paikka	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkitut (n) sekä milloin heitä on tutkittu	Tutkimusmenetelmä ja tutkitut muuttujat	Keskeiset tulokset
Mei & Gu & Fernandez 2018	Tutkia kävelyn kinemaattisia ja kineettisiä muuttujia normaalin raskauden aikana ja selvittää raskauden aikaisen kävelyn piirteitä.	Raskaana olevia N=16, joita tutkittu toisella ja viimeisellä kolmanneksella sekä 4 kk synnytyksen jälkeen.	Pitkittäistutkimus. Spatiotemporaaliset muuttujat. Sagittaali-, frontaali- ja horizontaalitason liike lantiossa, lonkassa ja nilkassa. Painon jakautuminen jalkapohjassa askelsyklin aikana.	Nilkan eversio on tukivaiheessa liikelaajuudeltaan pienempi T2 kuin T3, josta palautuu suuremmaksi postpartum. Lantion anteriorinen kallistuminen kasvaa raskauden myötä, josta palautui 4kk synnytyksen jälkeen. Lonkan äärirefleksio ja ääriadduktio ovat suuremmat raskauden aikana kuin sen jälkeen, mutta ääriojennus on pienempi. Lonkan ulkorotaatio on alkukontaktissa suurempi viimeisellä kolmanneksella kuin toisella tai synnytyksen jälkeen. Jalkapohjan painopisteen jakautuminen askeleen aikana oli raskauden aikana pääosin lateralisempi, varsinkin tukivaiheen loppuvaiheissa. Kävelysyklin vaiheiden prosentuaalinen suhdanne muuttui raskauden aikana. Alkukontakti oli suhteellisesti pidempi odottajilla kuin postpartum, kun taas keskitukivaihe oli pienempi. Kannankohotusvaihe ja varvastyöntövaihe oli lyhyempi PP kuin T2 tai T3. Kävelysyklin vaiheiden nopeudet poikkesivat odottajilla ja synnyttäneillä.

<p>Forczek ym. 2019a</p>	<p>Tutkia kävelyn kinemaattisia muutoksia raskauden aikana ja kuinka tämä on vaikuttanut henkilön fyysisestä aktiivisuudesta ja energiatasapainosta.</p>	<p>Raskaana olevia N= 30, joista kymmenen ei tehnyt akselometripohjaista mittausta. Tutkittu kerran jokaisella kolmanneksella: vk 12 (T1), vk 25 (T2) ja vk 36 (T3).</p>	<p>Pitkittäistutkimus. Kävelyn vauhti, kadenssi, yhden jalan tukivaiheen aika ja askelparipituus. Sagittaalisuunnan nivelkulmat ja liikelaaajuudet nilkasta, polvesta, lonkasta sekä lantion kallistumisesta. Tukipinnan koko. Syödyn ruuan itseraportoitu kilokalorimäärä. Aktiivisuuden määrä Pregnancy Activity Questionnaire-kyselyllä (PPAQ) ja akselometripohjaisella mittausvälineellä. Syntyneen lapsen paino.</p>	<p>Ei löydöksiä kävelynopeudessa, kadenssissa tai askelparipituudessa. Tukipinnan leveys nousi raskauden aikana niin aurasukulman kuin askelleveyden kautta. Lonkka oli enemmän fleksiossa koko askelsyklin ajan verrattessa T2 ja T3:sta T1:n. Lopputukivaiheen ja heilahdusvaiheen aikana fleksio on suurempi T3 kuin T2. Lantio on koko syklin anteriorisesti kallistuneempi T2 ja T3 kuin T1. Vain lantion kallistumisen liikelaajuus kasvoi raskauden aikana, muissa ei muutosta. Syntyneen lapsen paino ei korreloinut kävelyn muutosten kanssa. Ravinnon kilokalorimäärällä ja sen kuluksella ei tilastollista yhteyttä kävelyn muutoksiin. Aktiivisuuden määrät vaihtelivat yksilöiden välillä raskauden aikana. Aktiivisuudella löydetty negatiivinen korrelaatio tukivaiheen askelleveyteen T2 ja T3 sekä positiivinen korrelaatio askelnopeuden, askelparipituuden ja kokonaisaktiivisuuden kanssa.</p>
<p>Błaszczuk & Opala-Berdzik & Plewa 2016</p>	<p>Tutkia spatiotemporaa-lisia muutoksia kävelyssä raskauden aikana ja sen jälkeen.</p>	<p>N=28 Tutkittu ensimmäisen kolmanneksen lopussa, viimeisellä kolmanneksella sekä 2kk ja 6kk synnytyksen jälkeen.</p>	<p>Pitkittäistutkimus. Useita antropologisia kehon mittauksia. Kävelynopeus, tuki- ja heilahdusvaiheiden aika ja suhteellinen pituus, kaksoistukivaiheen aika ja suhteellinen pituus, kadenssi, askelparin pituus ja aika, heilahdusvaiheen nopeus. Tukipinnan leveys.</p>	<p>Nopein kävelyvauhti oli 6kk synnytyksen jälkeen, hitain raskauden loppuvaiheilla. Askelpituus oli 6–9 cm lyhyempi raskauden aikana ja 2kk postpartum kuin 6kk synnytyksen jälkeen. Raskauden aikana tukivaihe ja kaksoistukivaihe olivat suhteellisesti suurempi osa kävelysyklistä kuin 6 kk postpartum. Kuitenkin heilahduksen vauhti oli myös hitaampaa raskauden aikana ja 2kk postpartum ja sillä nähtiin yhteys kehon massaan. Spatiotemporaa-lisissa muuttujissa nähtiin eroa myös verrattessa kahta synnytyksen jälkeistä mittausta. Ajan myötä askelpituus nousi, kävelyvauhti nopeutui sekä tukivaiheen ja kaksoistukivaiheen suhteellinen pituus lyheni.</p>

<p>Krkeljas</p> <p>2018</p>	<p>Tutkia muutoksia raskauden aikana kävelyssä sekä asennonhallinnassa, jonka lisäksi arvioidaan näitä tekijöinä kävelyn stabiiliteetin ylläpidossa raskauden aikana.</p>	<p>Raskaana olevia N=35, joista tutkittu kerran. Tutkittuista ensimmäisellä kolmanneksella n=14, toisella kolmanneksella n=20 ja viimeisellä kolmanneksella n=10.</p>	<p>Poikkileikkaustutkimus</p> <p>Sagittaali- ja frontaalitason asento seisossa sekä liikkeessä kävelyn aikana. Kävelyn nopeus, askelparin pituus ja leveys, tukivaiheen aika, jalan korkeus heilahdusvaiheen aikana, painokeskipisteen ja painopisteen lateraalisuuntainen liike yhden jalan tukivaiheen aikana. Painokeskipisteen ja painopisteen horisontaalitason etäisyys. Stabiiliteetin reuna-arvot.</p>	<p>Ei merkittäviä eroja kolmanneksien välillä kinemaattisissa tekijöissä.</p> <p>Painokeskipisteen sivuttaisliike kasvoi raskauden etenemisen myötä, jonka selittäjänä nähtiin raskauden aikainen kehon suhteellisen massan nousun määrä. Painokeskipiste liikkui laajemmin T3 kuin T2 tai T1.</p> <p>Raskauden aikaisella painon nousun määrällä, askelleveydellä ja -pituudella nähtiin tilastollinen yhteys painoja painepisteiden lateraaliseen liikkeeseen.</p> <p>Vartalon hyperekstensio paikallaan ollessa kasvoi 112 % T1 ja T2 välillä ja 60 % T2 ja T3 välillä. Kävellessä nojausta ei näkynyt.</p>
<p>Catena & Bailey & Campbell & Stewart & Marion</p> <p>2020</p>	<p>Tutkia, muuttuvatko kinemaattiset tekijät ja kävelyn tasapaino raskauden aikana sekä onko kinemaattisilla muutoksilla korrelaatiota kävelyn tasapainon muutoksiin.</p>	<p>Raskaana olevia N=23, joita tutkittu raskausviikoilla 18, 22, 26, 30 ja 34.</p>	<p>Pitkittäistutkimus</p> <p>Massakeskipisteen suhde askelen leveyteen sekä massakeskipisteen liikkeen nopeus. Painopisteen etäisyys 5. metatarsaaleista.</p> <p>Sagittaali- ja frontaalitasossa lonkan, polven ja nilkan nivelkulmat, josta mitattu keskiarvot, ääriarvot ja liikelajuuudet. Nivelasennot neljässä kävelyn vaiheessa.</p>	<p>Lonkan liikkeen nähtiin siirtyvän noin 5° fleksiosuuntaisemmaksi vk 18 ja 34 välillä. Lonkan abduktio kasvoi heilahdusvaiheessa verratessa vk 18 ja vk 34. Polven fleksiossa nähtiin kasvavia muutoksia niin tukivaiheessa, heilahdusvaiheessa kuin liikelajuuudessa. Nilkan inversio oli suurempi verratessa kahta ensimmäistä mittauskertaa viimeiseen. Keskitukivaiheessa torson ja lantion frontaalisuunnan ristiliike muuttui 1 % verran suuremmaksi verratessa vk 26 ja vk 34.</p> <p>Työntövaiheessa alaraajan koukistuminen tapahtui 1,5 % vähemmän polvijohtoisesti raskauden edetessä. Heilahdusvaiheessa vk 18–30 välillä alaraajan liike tapahtui vähemmän lonkan fleksion metodilla ja torso ja lantio kallistuivat samansuuntaisesti sagittaaliinjassa fleksioon.</p>

Forczek ym. 2019b	Tutkia, muuttuuko kävely, kun verrataan keskenään kävelyä ennen raskautta ja ensimmäistä kolmannesta.	N=35, joista n=15 päätyi loppulta raskaaksi. n=35 tutkittu ennen raskautta ja n=15 ensimmäisen kolmanneksen loppuvaiheella.	Pitkittäistutkimus. 22 kpl antropometrista mitausta kehon mittasuhteista. Kaksoistuen aika, askelpituus, askelkadenssi, askel-syklin vaiheiden suhteellinen kesto, kävelyvauhti, askelparin aika ja pituus. Tukipinnan koko. Voimasensorilla paineen liike ja kesto jalkapohjassa. Lantion asento sagittaali-, frontaali- ja horisontaalitasossa.	Ei löydöksiä voimasensorilla tutkitussa jalkapohjan kontaktissa Kinemaattisissa ja spatiotemporaalisissa muuttujissa ei löydetty merkitseviä tuloksia, paitsi kaksoistukivaiheessa nilkkojen etäisyys toisista kasvoi, kuvaten tukipinnan kasvua. Nilkkojen askelleveys kasvoi myös verratessa suhteellisesti tätä kasvaneeseen lantion leveyteen. Aorauskulmassa ei nähty muutosta. Vaikka lantion liikelaajuuksissa ei nähty muutoksia oli horisontaalitalason liikemallissa oli tukivaiheen lopussa ja puolessavälissä heilahdusvaiheessa eroa aikaan ennen raskautta. Frontaalitalason liikkeessä oli eroa tukivaiheen alussa ja keskivaiheessa. Molemmat muutokset kuvasivat liikkeen olevan hillitympää.
Krkeljas & Moss 2018	Tutkia raskaana olevien kävelyn kinemaattisia muutoksia ja niiden yhteyttä energiankulutukseen.	N=35, joista jokaista tutkittu kerran vaihtelevin raskauden vaiheiden aikana.	Poikittaistutkimus. Aineenvaihdunta levossa ja energiankulutus kävelyn ja levon kautta (kcal/pvä). Hapenkulutus kävelyn aikana. Hengitysosamäärä. Pulssi päivän aikana. Kävelynopeus, askelpituus, askelleveys, tukivaiheen aika, painopisteen liike vertikaali- ja mediolateraalisuuntaan.	Painopisteen mediolateraallinen liike erosi kasvaen kolmanneksien välillä. Tämä nousi 13,6 % enemmän ensimmäisen ja toisen kolmanneksen välillä ja 39,3 % toisen ja viimeisen välillä. Kävelyssä ja levossa energiankulutus ei eronnut kolmanneksien välillä. Hengitysosamäärä on korkeampi viimeisellä kolmanneksella, joka johtuu mahdollisesti muutoksista metaboliassa. Suhteellisella massan nousulla oli positiivinen korrelaatio askelleveyden ja painopisteen medialateraalisen liikkeeseen. Nettoenergiankulutuksella oli yhteys valittuun kävelynopeuteen sekä vertikaaliseen painopisteen liikkeeseen. Valitulla kävelynopeudella oli positiivinen korrelaatio painopisteen vertikaaliliikkeeseen ja hapenkulutukseen, mutta negatiivinen korrelaatio kokonaisuuden kanssa.

Forczek ym. 2020	Tutkia, kuinka raskauden aikana kehon morfologia korreloi kinemaattisten muutosten kanssa, keskittyen lantion alueeseen.	N=30 Tutkittu kolme kertaa, kerran jokaisella kolmanneksella. Valitut viikot: vk 12, vk 25 ja vk 36.	Pitkittäistutkimus 22 kpl antropometrista kehon mittausta ja näistä laskevia indeksilukuja, kuten BMI. Kävelynopeus, kadenssi, askelparipituus, yhden jalan tukivaiheen pituus ja liikkeen laajuus lantiossa kävelyn aikana kolmella tasolla. Kivun arviointia Laitisen modifoidulla kivun indikaattoreiden kyselytutkimuksella.	Ei spatiotemporaalisia muutoksia. Lantion anteriorinen kallistuminen on suurempaa koko askelsyklin ajan mitä pidemmälle raskaudessa edetään. Anteriorisen kallistumisen äärikulma kasvoi pari astetta per kolmannes. Lantion liikelaajuudella ei korrelaatiota koettuun kipuun. Kehon BMI korreloi lantion frontaalitason liikkeeseen viikolla 12 sekä horisontaali- ja sagittaalitasoon viikolla 36. Lantion leveydellä ja reiden ympärysmittalla nähtiin korrelaatiota viimeisen kolmanneksen sagittaalitasoon liikkeeseen ja frontaalitasolla korrelointia ensimmäisellä ja toisella kolmanneksella. Rotaatiolla oli korrelaatiota lantion leveyteen T1 ja reiden ympärysmittaan T3.
McCrorry & Chambers & Daftary & Redfern 2014	Tutkia, kuinka lantion ja rintarangan kinematiikka muuttuu kävelyssä raskauden aikana.	n=29, joita tutkittiin toisella ja viimeisellä kolmanneksella n=40 verrokkiryhmä	Vertaileva pitkittäistutkimus Rintarangan ja lantion frontaali- sagittaali ja horisontaalitasoon asento ja liike askeluksen aikana. Alkukontaktivaiheen ja varvastyöntövaiheen voima. Frontaalitason liike askeltaessa C7- ja L4 nikamatasoilta. Askelleveys ja -nopeus.	C7 ja L4-nikamien liikkeet erosivat ryhmissä toisistaan, joissa vähiten frontaalitason liikettä oli verrokeilla, sitten toisella kolmanneksella ja eniten liikettä viimeisellä kolmanneksella. Askelleveys on suurempi ja lantio enemmän alkukontaktivaiheessa anteriorisesti kallistunut viimeisellä kolmanneksella kuin toisella tai verrokeilla. Alkukontaktivaiheessa rintaranka on ojentunein T3, sitten T2, jonka jälkeen verrokeilla. Sagittaalitasoon liike oli pienempää T3 kuin T2 tai verrokeilla rintakehässä. Kävelynopeus nähtiin olevan kovariantti rintarangan frontaalitason liikkeelle.

Wu ym. 2004	Tutkia raskauden vaikutusta kävelyyn rintakehään ja lantioon horisontaalitason liikkeessä.	Mitattu kerran n=12 odottavia, jotka olivat 21–34 raskausviikoilla. Verrokkiryhmä n=13.	Vertaileva poikittaistutkimus. Vauhdin vaiheittaisessa lisääntymisessä 0.17–1.72 m/s välillä tarkkailtu rintakehän, lantion ja torson horisontaalirotaatiota ja sen muutosta. Kysely liikkumista koskevista peloista (Tampa Scale of kinesiophobia, TSK) Fourier-muunnoksen suhteellinen vaihe.	Kierto oli niin rintakehässä, torsossa kuin lantiossa odottavilla asteen pienempää kuin verrokeilla, mutta muuten muutoksiltaan vauhdin lisääntymiseen samantyyppistä. Lantion horisontaalitason rotaatioliike pieneni kävelyvauhdin noustessa 0.17–0.94, jonka jälkeen kasvoi 1.06–1.72 m/s välin. Rintakehän liike pysyi samana 0.83 m/s asti, jonka jälkeen vauhdin noustessa hieman pieneni. Torson rotaatioliike kasvoi vauhdin mukana. Yksilön keskihajonta mitatuissa muuttujissa kävelyvauhdin noustessa on yhteydessä siihen, onko tutkittu raskaana vai verrokki. Raskaana olevilla hajonta on pienempi. Odottajien suosima kävelyvauhti oli myös hitaampi kuin verrokeilla.
Eldeeb & Hamada & Abdel-Aziem 2016	Tutkia raskauden vaikutusta lantion ja torson kinematiikkaan kävellessä sekä näiden keskinäistä suhdetta liikkeessä.	N=20 Tutkittu jokaisella kolmannella viikolla 12, 22–24 ja 34–36.	Pitkittäistutkimus. Lantion ja torson liikkeet mitattu frontaali-, sagittaali ja horisontaalitasossa. Kävelyvauhti.	Suurimmat tulokset löytyivät vertaillessa T1 ja T3. Lantion anteriorinen äärikallistuminen kasvoi tukivaiheessa sekä frontaalitason kallistuminen pieneni. Torson fleksio tukivaiheessa, frontaalitason liike sekä rotaatio pienenivät. Kävelyvauhdissa ei muutosta. Vertaillessa T1 ja T2 merkitsevä ero nähtävissä vain tukivaiheessa torson fleksiossa, joka oli korkeampi T2. Ei muutoksia verratessa toista ja viimeistä kolmannesta keskenään. Löydetty negatiivinen korrelaatio koko raskauden mitalta lantion anteriorisella kallistumisella ja torson fleksiolla. Positiivinen korrelaatio koko raskauden mitalta löydettiin torson ja lantion frontaalitason kallistumisella.

<p>Foti & Davids & Bagley</p> <p>2000</p>	<p>Tutkia onko kävelyssä eroa vertaillessa viimeistä kolmannelta ja vuosi synnytyksen jälkeen.</p>	<p>N=15</p> <p>Tutkittu viimeisellä kolmanneksella sekä vuosi synnytyksen jälkeen.</p>	<p>Pitkittäistutkimus.</p> <p>Kävelynopeus, askelparipituus, kadenssi, yhden- ja kahden jalan tukivaiheen aika.</p> <p>Sagittaalitasolla torson, lantion, lonkkanivelen, polven ja nilkan liike. Frontaalitasolla torson, lantion ja lonkkanivelen liike. Horisontaalitasolla torson, lantion ja jalan liike.</p> <p>Tukipinnan leveys. Kävelyn momentti ja voima.</p>	<p>Spatiotemporaalisissa muuttujissa ei muutoksia. Yhden- ja kahden jalan tukivaiheiden pituuksissa huomattiin vain 1–2 % eroavaisuutta, jossa kaksoistukivaihe oli pidempi raskauden aikana.</p> <p>Kinemaattisissa muuttujissa eroa huomattiin. Odottajilla oli keskimäärin neljä astetta suurempi lantion anteriorinen kallistuminen sekä lonkkanivel oli fleksoituneempi, ekstensio oli pienempi ja adduktio suurempaa tukivaiheessa. Kinetiikassa muutoksia nähtiin nilkassa ja lonkassa.</p> <p>Kävelyssä tukipinta oli suurempi raskaudessa, mutta sen nähtiin kasvavan samassa suhteessa lantion leveyden kanssa.</p>
<p>Forczek & Staszkiwicz</p> <p>2012</p>	<p>Tutkia kuinka on nähtävissä muutoksia saman ryhmän kävelyssä ennen raskautta, sen aikana ja jälkeen. Tutkitavana oli myös, onko kuuden kuukauden jälkeen muutokset raskaudesta poistuneet.</p>	<p>N=12</p> <p>Tutkittu kolme kertaa. Ennen raskautta, viimeisellä kolmanneksella sekä puoli vuotta synnytyksen jälkeen.</p>	<p>Pitkittäistutkimus.</p> <p>Kävelyvauhti, kadenssi, askelpituus, yhden- ja kahden jalan tukivaiheen aika, askelleveys.</p> <p>Nilkan, polven ja lonkkanivelen sagittaalitasoon liike.</p>	<p>Odottajien kävelyvauhti oli hitaampaa kuin ennen raskautta tai sen jälkeen. Myös kävelyn kadenssi oli pienempi raskaana olevilla verrattuna synnyttäneisiin, mutta eroa ei nähty ennen raskautta mitattuun kävelyyn. Askeleen pituudessa nähtiin eroa 3–4 cm verrattessa raskauden askelpituutta ennen ja jälkeen raskauden, mutta vain raskautta edeltävät tulokset olivat tilastollisesti merkittäviä. Ei merkittävää eroa tukivaiheiden välillä. Askelleveys oli suurempi raskaana olevilla kuin ennen tai jälkeen. Eroa oli keskiarvoissa 1,4 ja 2,1 cm raskaana oleviin.</p>

Gilleard 2013	Tutkia trendien avulla raskauden aikaisessa ja jälkeisessä kävelyssä systemaattisia muutoksia lantion ja rintarangan liikkeessä sekä spatiotemporaalisia muuttujia.	Raskaana olevia n=9. Neljä mitattua kertaa olivat vk 24, vk 32 ja vk 38 sekä 8 vk postpartum. n=12 verrokki, joita tutkittiin keran, jonka jälkeen 16 vk myöhemmin ja 32 vk myöhemmin.	Pitkittäistutkimus. Kävelyvauhti, askelpituus, askelleveys Rintarangan, lantion sekä näiden alueiden nikamien liike sagittaali- frontaali ja horisontaalitasolla.	Ei eroa kävelyvauhdissa. Askelpituus lyheni raskauden aikana, muttei ollut palautunut kahdeksan viikkoa synnytyksen jälkeen. Askelleveys kasvoi raskauden aikana ja palautui postpartum pienemmäksi kuin raskauden loppuvaiheilla. Lantion ja rinta- ja lannerangan horisontaalitasoon rotaatio pieneni raskauden edetessä, eikä ollut palautunut viikkoon kahdeksan PP mennessä. Lantion liike pieneni raskauden edetessä frontaalitasolla, eikä ollut palautunut muutoksista 8 vk synnytyksen jälkeen. Ei muutoksia sagittaalitasolla raskauden aikana, mutta rintarangan liike oli suurempaa ja lantion pienempää synnytyksen jälkeen kuin viikolla 38.
----------------------	---	---	---	---

Taulukko 2. Valitut tutkimukset kirjallisuuskatsaukseen. T0= ennen raskautta T1= ensimmäinen kolmannes T2= toinen kolmannes T3= viimeinen kolmannes PP=postpartum eli synnytyksen jälkeen.

Neljätoista tutkimusta valikoitui kirjallisuuskatsaukseen karsinnan jälkeen. Tutkimukset on julkaistu vuosina 2000–2020. Vanhin julkaistu tutkimus on on Foti ym. (2000) ja uusin Catena ym. (2020). (Taulukko 2.) Haku toteutettiin etsimään tutkimuksia vuosilta 2000–2021, mutta vuodelta 2021 ei systemaattisessa haussa löydetty sisäänottokriteereihin sopivia tutkimuksia.

6 Spatiotemporaaliset tulokset

Seuraavissa kappaleissa tarkkaillaan tuloksia eriytyesti muuttuja kerrallaan, jonka jälkeen Pohdinnat-osiossa tarkkaillaan tuloksia kokonaiskuvaltaan. Tutkimusten tarkoitukset, tutkitut joukot ja muuttujat sekä keskeiset tulokset ovat esiteltyinä taulukossa 2.

6.1 Kävelynopeuden muutokset

Suurin osa kävelynopeutta tutkineista kirjallisuuskatsaukseen valituista tutkimuksista ei löytänyt merkitseviä muutoksia kävelynopeudessa (Eldeeb ym. 2016; Forczek ym. 2019a; Forczek ym. 2019b; Forczek ym. 2020; Krkeljas 2018; Gilleard 2013; Foti ym. 2000; Krkeljas & Moss 2018). Valitussa nopeudessa oli osassa tutkimuksissa samankaltaisuuksia, kuten kuinka Gilleard (2013) kuin Forczek ym. (2020) näkivät kävelyvauhdin pysyvän 1,3 m/s paikkeilla koko raskauden ajan. Vaikkakin muutoksia huomaatiin osassa tutkimuksista, kuten Forczekin ja Staszkieviczin (2012) pitkittäistutkimuksessa, eivät erot vauhdissa eivät olleet suuria. Tutkimuksessa viimeisen kolmanneksen vauhti oli keskiarvoltaan 1,41 m/s, joka oli 0,11 ja 0,12 m/s hitaampi kuin ennen ja jälkeen raskauden. (Forczek & Staszkievicz 2012.) Odottajat suosivat yhdessä tutkimuksessa kävelyssä hitaampaa vauhtia kuin verrokkit (Wu ym. 2004).

Kolme tutkimusta tarkkaili kävelynopeuden muutosten suhdetta raskauden jälkeiseen aikaan, joissa tulokset eivät olleet täysin yhteneväisiä. Kävelyvauhti pysyi Gilleardin (2013) tutkimuksessa 1,3 m/s läpi raskauden ja sen jälkeen, jonka Błaszczuk ym. (2016) totesi kävelyvauhdiksi vasta puoli vuotta raskauden jälkeen. Kyseisessä tutkimuksessa kävelyvauhdin muutos raskaudessa nähtiin olevan merkitsevä, sillä tämä oli hitaimmillaan raskauden loppuvaiheessa 0,99 m/s. (Błaszczuk ym. 2016.) Kolmas tutkimus, Forczek ja Staszkievicz (2012), tuki Błaszczukin ym. (2016) löydöksiä muutoksesta, sillä tutkimuksessa nähtiin sekä kävelynopeudessa että kävelyn kadenssissa eroja, joista kävelyvauhti oli viimeisellä kolmanneksella hitaampi kuin puoli vuotta synnytyksen jälkeen. (Forczek & Staszkievicz 2012.)

6.2 Askelleveyden ja tukipinnan muutokset

Jopa seitsemässä tutkimuksessa raportoitiin askelleveydessä kasvua raskauden aikana (McCrary 2014; Gilleard 2013; Forczek & Staszkiwicz 2012; Forczek ym. 2019b; Foti ym. 2000; Błaszczuk ym. 2016; Forczek ym. 2019a). Nähdyt muutokset olivat asetelmista riippuen 1–2,4 cm ja näyttää siltä, että kasvu raskauden aikana on tasaista. Jo ensimmäisellä kolmanneksella nähtiin askelleveyden kasvaneen senttimetrin verran (Forczek ym. 2019b), jonka jälkeen toisen ja viimeisen kolmanneksen välillä nähtiin 1,2–1,3 cm eroavaisuus (Gilleard 2013; McCrary 2014). Tutkimuksissa viimeisellä kolmanneksella oli eroa verrokkeihin senttimetrin verran (McCrary 2014), raskautta edeltävään aikaan 2,1 cm (Forczek & Staszkiwicz 2012) ja raskauden jälkeiseen aikaan 2,4 cm (Foti ym. 2000). Muutokset askelleveydessä palautuvat nopeasti synnytyksen jälkeen, sillä eroa raskauden aikaisiin tuloksiin nähtiin niin kaksi kuukautta (Gilleard 2013; Błaszczuk ym. 2016), kuusi kuukautta (Forczek & Staszkiwicz 2012; Błaszczuk ym. 2016) kuin vuosi synnytyksen jälkeen (Foti ym. 2000). Askelleveyttä tarkkailleista tutkimuksista vain kaksi ei löytänyt muutoksia (Krkeljas & Moss 2018; Krkeljas 2018). Askelleveyden muutoksia suhteutettiin myös raskauden myötä kasvavaan lantion leveyteen. Foti ym. (2000) totesi askelleveyden olevan raskauden aikana suurempi kuin sen jälkeen, mutta kasvavan samassa suhteessa leventyvän lantion kanssa, kun taas Forczek ym. (2019b) näki ensimmäisen kolmanneksen askelleveyden kasvun olevan suurempaa kuin mitä se olisi suhteutettuna lantion levenemiseen.

Osa tutkimuksista tarkasteli myös kävelyn tukipintaa, eli askelleveyttä ja aurasukulmaa yhdessä. Verratessa aikaan ennen raskautta (Forczek ym. 2019b) ja raskauden jälkeiseen aikaan (Foti ym. 2000), nähtiin raskaudessa vain 1 cm ja 2,4 cm askelleveyden nousua, muttei muutosta aurasukulmassa. Sen sijaan vertaillessaan raskauskolmanneksia keskenään Forczek ym. (2019a) huomasi muutosta sekä askelleveydessä että aurasukulmassa, joista aurasukulman muutos oli suurempaa (Forczek ym. 2019a). Viimeisellä kolmanneksella huomattiin negatiivinen korrelaatio aurasukulman leveydellä ja raportoidulla raskauden aikaisella aktiivisuudella (Forczek ym. 2019a.) Kaksi samaa tutkimusta, jotka eivät löytäneet muutoksia askelleveydessä eivät nähneet sitä myöskään tukipinnassa (Krkeljas & Moss 2018; Krkeljas 2018).

6.3 Askelparipituuden muutokset

Askelparipituuden tutkimustulokset saivat tukea muutokselle ja muuttumattomuudelle, mutta enemmistö puolsi askelparin pysyvän pituudeltaan samana raskauden aikana. Tämä tulos pysyvyydestä koski useita erilaisia tutkimusasetelmia, niin verrattaessa arvoja ennen raskautta ensimmäiseen kolmannekseen (Forczek ym. 2019b), kuin verrattaessa viimeistä kolmannesta tilanteeseen vuosi synnytyksen jälkeen (Foti ym. 2000) ja vertaillaessa kolmanneksia keskenään (Forczek ym. 2019a; Krkeljas 2018; Krkeljas & Moss 2018; Eldeeb 2016; Forczek ym. 2020). Vaikkei yhtenäistä muutosta nähty, odottajien askel- ja askelparipituuden nähtiin korreloivan positiivisesti itseraportoidun raskauden aikaisen aktiivisuuden kanssa (Forczek ym. 2019a).

Tutkimuksista pienempi joukko näki askelparissa lyhentymistä, joista viimeinen kolmannes nähtiin merkitsevästi olevan lyhyintä askelparin mitaltaan. Viimeisen kolmanneksen askelparin nähtiin olevan neljä senttimetriä lyhempi kuin ennen raskautta (Forczek & Staszkiwicz 2012), kolme senttimetriä lyhyempi kuin toisella kolmanneksella (Gilleard 2013) ja yhdeksän senttiä lyhyempi kuin puoli vuotta synnytyksen jälkeen (Błaszczuk ym. 2016). Vaikka askelparipituuden todettiin lyhenevän raskauden edetessä osassa tutkimuksia, ei se ollut palautunut vielä kahteen kuukauteen mennessä synnytyksestä (Błaszczuk ym. 2016; Gilleard 2013). Neljä kuukautta myöhemmin, eli kuusi kuukautta synnytyksen jälkeen askelpituus oli kasvanut kuusi senttimetriä edellistä mittausta pidemmäksi, jota voidaan jo kuvata palautumiseksi (Błaszczuk ym. 2016).

6.4 Kävelyn tukivaiheiden muutokset

Tilastollisesti merkitseviä yhden jalan tukivaiheen muutoksia ei löydetty suurimmassa osassa tutkimuksista (Forczek ym. 2019a, Forczek ym. 2019b, Forczek ym. 2020; Forczek & Staszkiwicz 2012). Kaksoistukivaiheen muutoksia ei nähnyt Krkeljas (2018) eikä Forczek ja Staszkiwicz (2012). Tämän lisäksi niissä tutkimuksissa, joissa tilastollisesti merkitseviä muutoksia huomattiin, eivät arvot muutoksessa olleet suuria. Błaszczukin ym. (2016) tutkimuksessa kahden jalan tukivaihe oli raskauden aikana pidempi. Suurin ero nähtiin tarkkaillessa viimeistä kolmannesta, jossa kaksoistukivaihe oli 0,02 sekuntia pidempi kuin puoli vuotta synnytyksen jälkeen per askelsykli (Błaszczuk ym. 2016.) Samankaltaisesti 0,02 sekunnin pidentymisen totesi myös Forczek ja Staszkiwicz (2012) kaksoistuen muutoksessa, mutta kyseisessä tutkimuksessa erolle ei saatu tilastollista merkitsevyyttä. Foti ym. (2000) totesi kaksoistukivaiheen olevan raskauden

aikana pidempi ja yhden jalan tukivaiheen lyhyempi kuin vuosi raskauden jälkeen 1–2 % verran. Tämän nähtiin johtuvan kehonmassan muutoksilla, jonka vuoksi yhden jalan tukivaiheen aikainen painon kannattelu vaikeutuu.

7 Kinemaattiset tulokset

Kävelyn kinemaattisten muuttujien tulosten kirjo oli laaja. Tarkkailluissa materiaaleissa tutkimusasetelmat eivät olleet keskenään samanlaisia, jonka vuoksi kinemaattisia muuttujia on mitattu eri määriä keskenään. Kuten spatiotemporaaalisten tulosten kohdalla, seuraavissa kappaleissa esitellään muuttujia eriytytisesti. Tutkimusten tarkoitukset, tutkitut joukot ja muuttujat sekä keskeiset tulokset ovat esiteltynä taulukossa 2.

7.1 Lantion kinematiikan muutokset

Lantion alueen kinematiikka sai suurimman ja yhteneväisimmän näytön kirjallisuuskatsauksen tutkimusten välillä. Tukevaa näyttöä muutokselle oli runsaasti, varsinkin koskien anteriorisen kallistumisen kasvua. Suurin astelukujen muutos raportoitiin Mein ym. (2018) tutkimuksessa, jossa kallistuminen oli toisella kolmanneksella keskiarvoltaan $8,46^\circ$, viimeisellä kolmanneksella $16,70^\circ$ ja neljä kuukautta synnytyksen jälkeen palautunut $6,35$ asteeseen. Loput tutkimuksista tukivat Mein ym. (2018) näyttöä anteriorisen kallistumisen kasvusta raskauden edetessä, mutta raportoivat maltillisempia astelukuja muutoksille (Forczek ym. 2019a; Forczek ym. 2020; Eldeeb 2016; McCrory ym. 2014). Eldeeb ym. (2016) näki lantion anteriorisen äärikallistumisen kasvavan $5,3^\circ$ ($8,5$ – $13,8^\circ$) kolmanneksien välillä, Forczek ym. (2020) kasvua $3,9^\circ$ ($10,1$ – 14°) ja McCrory ym. (2014) näki viimeisellä kolmanneksella olevan kuusi astetta eroa verrokkeihin. Mein ym. (2018) raportoinnin perusteella voidaan arvioida kallistumisen palautumisessa nähtävissä eroa raskauteen ainakin neljä kuukautta synnytyksen jälkeen.

Jos merkittävyyttä saatiin koskien sagittaalisuunnan liikelaajuutta, olivat muutokset hyvin pieniä, noin $0,2^\circ$ kasvua per kolmannes (Forczek ym. 2020), mutta oli myös tutkimuksia, jotka eivät löytäneet liikelaajuudessa muutoksia (Eldeeb ym. 2016). Lantion liikelaajuudella ja koetulla kivulla raskauden aikana ei nähty keskinäistä korrelaatiota, mutta raskauden aikaisen nousseen BMI:n nähtiin korreloivan lantion anteriorisen kallistumisen sekä horisontaalisuunnan liikkeen kanssa viimeisellä kolmanneksella (Forczek ym. 2020).

Poikkeavan tuloksen enemmistöstä sai Gilleard (2013), joka ei löytänyt lantion anteriorisessa kallistumisessa muutoksia raskauden aikana, mutta totesi kaksi kuukautta synnytyksen jälkeen sagittaalitasoon liikelaaajuuden olevan $2,2^\circ$ pienempi kuin raskauden aikana ja rintarangan liikelaaajuuden olevan suurempi. Tämän arvioitiin johtuvan siitä, että vatsan ja selän lihaksisto ei ole ehtinyt toiminnallisesti palautua raskaudesta tasapainoiseen toimintaan. (Gilleard 2013.) Lantion hallinnan tilaa pohti myös Foti ym. (2000) joka totesi hyvin pienessä tutkimusotteessaan hajonnan tutkittujen välillä niin suureksi, että kun synnytyksen jälkeen osalla raskauden aikainen lantion anteriorinen kallistuminen palautui 1–13 astetta kohti neutraalimpaa lantion asentoa, oli joukossa myös pieni osa tutkittavia, joilla kallistuminen kasvoi entisestään, parhaimmillaan kymmenen astetta. (Foti ym. 2000.)

Vaikka anteriorinen kallistuminen lantiossa oli suurimman näytön saanut muuttuja, ei se ole ainut löydös muutoksesta lantion alueella. Kolmessa tutkimuksessa huomattiin frontaalitasolla liikkeen pienentymistä (Eldeeb ym. 2016; Gilleard 2013; Forczek ym. 2019b) ja kolmessa horisontaalitasoon liikkeen pienentymistä (Gilleard 2013; Wu ym. 2004; Forczek ym. 2019b). Selityksenä nähtiin, että raskauden aikainen lantion liikkeen mahdollisuus laskee kohdun kasvun myötä (Eldeeb ym. 2016). Lantion frontaali- ja horisontaalitasoon pienentyneen liikkeen ei nähty vielä palautuneen kaksi kuukautta synnytyksen jälkeisessä mittauksessa (Gilleard 2013). Yksi tutkimus ei saanut vastaavia tuloksia (Foti ym. 2000). Wu ym. (2004) raportoi lantion horisontaalitasoon liikkeen olevan riippuvaisempi siitä, millä kävelyvauhdilla yksilö kävelee, kuin että onko kävelijä raskaana vai ei. Lantion kiertyminen kävellessä väheni tasaisesti $0.17\text{--}0.94$ m/s kävelyvauhdeissa, jonka jälkeen rotaatioliike kasvoi $1.06\text{--}1.72$ m/s välin. Kuitenkin lantion liike oli horisontaalisuunnassa noin asteen pienempi raskaana olevilla kuin verrokeilla koko mittauksen ajan. Mainittavaa on, että kun tutkitut saivat kävellä itselleen suosimallaan kävelyvauhdilla, oli liikkeen aikainen liike pienimillään. (Wu ym. 2004.)

7.2 Lonkkanivelen kinematiikan muutokset

Neljä tutkimusta totesi lonkan liikkeen askelluksessa siirtyvän fleksiopainotteisemmaksi useiden asteiden verran raskaudessa, mutta liikelaaajuuden ei nähty kasvavan (Foti ym. 2000; Mei ym. 2018; Forczek ym. 2019a; Catena ym. 2020). Fleksiosuuntaan siirtymisen todettiin etenevän koko raskauden ajan (Mei ym. 2018; Forczek ym. 2019a; Catena ym. 2020). Palautuminen tästä näyttää olevan hidasta, sillä neljä kuukautta synnytyksen jälkeen fleksion nähtiin vielä kasvaneen raskaudesta (Mei ym. 2018), mutta

vuosi synnytyksen jälkeen palautumista oli nähtävissä (Foti ym. 2000). Johtuen oletettavasti lonkan askelsyklin aikaisen nivelasennon siirtymisestä fleksiosuuntaisemmaksi Foti ym. (2000) että Catena ym. (2020) raportoivat lonkan ojennuksen olevan pienempi raskauden aikana, joka oli jälkimmäisessä noin viisi astetta ja edeltävässä seitsemän astetta aiempaa pienempi. Foti ym. (2000) totesi myös äärifleksion olevan raskaudessa 5° suurempi kuin sen jälkeen, jota tukee Mein ym. (2018) yli kuuden asteen fleksioon siirtymä askelsyklin koko mitalta. Materiaaleissa oli yksi tutkimus, jossa ei löydetty lonkanivelen fleksiossa ja ekstensiossa muutosta (Forczek & Staszkiwicz 2012).

Foti ym. (2000) ja Mei ym. (2018) näkivät lonkan adduktiossa muutosta tukivaiheen aikana, jossa Fotin ym. (2000) tuloksissa viimeisen kolmanneksen adduktio oli kolme astetta suurempi kuin vuosi synnytyksen jälkeen. Mei ym. (2018) näki adduktio kasvavan raskauden aikana asteen ja neljä kuukautta synnytyksen jälkeen oli kasvanut lisäasteen. Tutkimuksessa nähtiin myös lonkan ulkokierron lisääntyvän raskauden aikana kolme astetta, joka oli palautunut neljä kuukautta synnytyksen jälkeen. (Mei ym. 2018.)

7.3 Polven kinematiikan muutokset

Polven alueen kinematiikkaa tutkittiin hyvin vähän ja yksipuolisesti valituissa kävelytutkimuksissa. Polvea tarkkailivat osana tutkimustaan vain Catena ym. (2020), Forczek ja Staszkiwicz (2012), Forczek ym. (2019a) ja Foti ym. (2000). Kolme neljästä tutkimuksesta ei löytänyt merkitseviä muutoksia polven kinematiikassa. Muuttumattomuus nähtiin erilaisissa tutkimusasetelmissä, sillä eroja ryhmien välillä ei nähty kolmanneksien kesken (Forczek ym. 2019a), verratessa raskautta ja sen jälkeistä aikaa (Foti ym. 2000; Forczek & Staszkiwicz 2012) ja verratessa raskautta aikaan ennen sitä (Forczek & Staszkiwicz 2012). Neljäs ja uusin tutkimus, Catena ym. (2020) näki kahden viimeisen kolmanneksen aikana polven äärifleksion askelsyklissä kasvavan hieman yli kolme astetta sekä tukivaiheen aikaisen fleksion keskiarvon kasvavan hieman alle kolme astetta (Catena ym. 2020).

7.4 Nilkan kinematiikan muutokset

Polven alueen kinematiikan tavoin nilkan toiminnan muutokset saivat vähän huomiota kävelytutkimuksissa. Valituista neljästätoista tutkimuksesta vain Foti ym. (2000), Forczek ja Staszkiwicz (2012), Mei ym. (2018), Forczek ym. (2019a) sekä Catena ym.

(2020) tarkkailivat kävelytutkimuksissaan nilkan kinematiikkaa. Tutkimuksissa raportoitiin pääosin hajanaisia löydöksiä, mutta eniten tukea sai näyttö siitä, ettei nilkan liikkeessä tapahdu muutoksia sagittaalitasolla eli dorsi- ja plantaarifleksiosuunnassa. Tämä todettiin verratessa jokaista kolmannesta keskenään (Forczek ym. 2019a), verratessa raskausaikaa ja aikaa sen jälkeen (Forczek & Staszkiwicz 2012; Foti ym. 2000) ja verratessa raskautta, aikaa ennen sitä ja sen jälkeen (Forczek & Staszkiwicz 2012). Vastakkaisen tuloksen näihin neljään sai Catena ym. (2020), joka raportoi raskauden aikana nilkassa yli kahden asteen liikelaajuuden kasvua sagittaalisuunnassa. Samassa tutkimuksessa todettiin nilkan inversion kasvavan kävelyssä $3,56^\circ$ kahden viimeisen kolmanneksen aikana (Catena ym. 2020). Mei ym. (2018) ei vastaavasti nähnyt tilastollisesti merkitsevää muutosta inversiossa, mutta eversiosuuntaan muutokset olivat tilastollisesti merkittäviä. Raskauden aikana ääriarvo eversiossa oli toisella kolmanneksella $-12,07^\circ$ ja viimeisellä kolmanneksella $-7,07^\circ$, joka kertoo liikkeen pienentymisestä. Kuitenkin neljä kuukautta synnytyksen jälkeen nähtiin eversion liikkeen palautuneen $-17,76$ asteeseen. (Mei ym. 2018.)

8 Pohdinta

Tutkimusten tuloksissa ei ollut havaittavissa yksimielistä näkemystä siitä, muuttuvatko kävelyn piirteet raskauden aikana vai eivät. Tutkimusten tulosten vertailun pohjalta voidaan kuitenkin sanoa, että enemmistön mukaan kävelynopeus ja askelparipituus säilyvät ennallaan, kun taas askelleveys kasvaa muutamia senttimetrejä raskauden aikana. Tämä leveyden muutos näyttää palautuvan jo kahden kuukauden jälkeen synnytyksestä. Tukivaiheiden muutokset saivat saman verran puoltavia ja vastustavia tuloksia. Nilkan ja polven kinematiikka näyttää pysyvän samana läpi raskauden, kun taas lantiossa ja lonkassa muutoksia nähtiin. Lonkkanivelessä liikelaajuus ei muutu, mutta liike siirtyy enemmän fleksiosuuntaiseksi. Lonkan adduktion muutoksia tuki kaksi tutkimusta. Lantiossa huomattiin anteriorisen kallistumisen kasvua ja liikelaajuuden pienentymistä frontaali- ja ja horisonaalitasolla.

Tutkimukset erosivat keskenään myös siinä, millaisena raskauden aikainen kävely kokonaiskuvaltaan nähtiin. Foti ym. (2000) ei merkitsevistä tuloksista huolimatta arvioinut kinematiikan merkitsevästi muuttuneen, kun taas Catena ym. (2020) kuvaili odottajien kävelyn olevan suojautuneempaa ja vertautuvan alaselkäkkipuisen varautuneeseen kävelytyyliin. Wu ym. (2004) toteaa tekstissään, että raskauden kinemaattiset muutokset

eivät ole itsessään yhteneväisiä vaan ovat samankaltaisia epäspesifin varovaisen kävelytyylin kanssa ja on myös sen verran ”tavattoman normaalia”, että on turvallista suositella kävelyä odottajille. (Wu ym. 2004). Tätä loppupäätöstä tukee myös UKK-instituutti, joka suosittelee kävelyä raskauden aikana ja myös odottaville, jotka eivät ole liikuneet ennen raskautta (UKK-instituutti 2021). Usea tutkimus totesi samaa, mikä voitaisiin nähdä myös tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimustulokseksi: samalla kun raskauden aikana nähdään tilastollisesti merkitseviä muutoksia, ovat **odottajien liikestrategiat ja kävelyn muutokset hyvin yksilöllisiä** (Catena ym. 2020; Gilleard 2013; Forczek & Staszkiwicz 2012). Odottajien kyvyt raskauden tuomiin muutoksiin ovat näin ollen liikkeen suhteen joustavia (Mei ym. 2018).

27 % odottajista kaatuu raskauden aikana ainakin kerran ja heistä 10 % kaatuu kerran tai useammin (Dunning & LeMasters & Bhattacharya 2010). Nämä luvut ovat lähellä vanhusten kaatumisia, sillä Suomessa kolmasosa yli 65-vuotiaista kaatuu vuosittain (UKK-instituutti 2021b). Usea kirjallisuuskatsauksen tutkimuksista ehdottaakin, että **kävelyn muutokset ovat odottajien tapa tuoda lisää turvallisuuden ja vakauden tunnetta kävelyyn**, vaikka raportoidut muutokset olisivatkin olleet tämän teorian mainineiden tutkimusten kesken eroavia. Muutokset kävelyyn voivat alkaa niin kaatumisen pelosta (Błaszczuk ym. 2016) kuin kompensatorisena toimena lisääntyneeseen kehonmassaan (Krkeljas 2018) ja sen myötä muuttuneeseen tasapainonhallinnan tilaan (Krkeljas 2018; Mei ym. 2018). Esimerkiksi askelleveyden kasvu voidaan nähdä odottajan tapana etsiä vakautta (McCrorry ym. 2014), mutta tämän muutoksen myötä myös sivuttaisheiluminen askelluksen aikana lisääntyy (Kauranen 2021: 365-366). Odottajat voivat myös tehdä kävelyn muutoksia, kuten askeleen lyhentämistä ja kaksoistuen pidentämistä siksi, että katsekontakti kävelypintaan vaikeutuu raskauden edetessä (Branco ym. 2013).

Lantion anteriorinen kallistuminen on yksi merkittävä kineettiseen ketjuun vaikuttava tekijä (Saarikoski 2016) ja tässä kirjallisuuskatsauksessa tämä muutos sai enemmistöltä tutkimuksista tukea. **Toinen teoria kävelyn muutoksille on, että juuri lantion kallistumisen kasvu on alku muille raskauden aikaisille kävelyn muutoksille.** Jo lantion anteriorinen kallistuminen raskauden myötä voi vaikuttaa siihen, että lonkkanivelen vapausasteet liikkua muuttuvat fleksiosuuntaan painottuneemmaksi ja pystyasentoa voidaan sen kautta turvallisesti ylläpitää. (Catena ym. 2020.) Tämä ilmiö sai hyvin näyttöä, sillä kaikki katsauksen tutkimukset, jotka tarkkailivat samanaikaisesti sekä lantion asennon muutosta että lonkkanivelen kinematiikkaa totesivat sekä lantion anteriorista kallistumista, että lonkan liikkeen ikkunan siirtymistä fleksiosuuntaisesti (Foti ym. 2000,

Forczek ym. 2019a; Mei ym. 2018), joka kuvaa hyvin alueen muutosten liittymistä toisiinsa kinemaattisen ketjun kautta. Tämä ilmiö onkin liikeanalyysin haaste, sillä kineettiset ketjun kautta nivelet ovat yhteydessä toisiinsa (Kauranen & Nurkka 2010; 371). Catena ym. (2020) myös pohti, että lantion anteriorinen kallistuminen vaatii kävelyssä polven heilahdusvaiheessa suurempaa fleksiosuuntaisuutta, jotta jalka ei askeleen aikana osu tahtomatta maahan (Catena ym. 2020). Tätä ei voitu varmentaa tässä kirjallisuuskatsauksessa, koska suurin osa tutkimuksista tarkkaili polven kinematiikkaa vain tukivaiheessa. Lantion anteriorinen kallistuminen voi myös pienentää askelpituutta (Perry & Burnfield 2010: 240), mutta osassa tämän kirjallisuuskatsauksien kävelytutkimuksissa näin ei kallistumisen myötä nähty käyvän (Forczek ym. 2019a; Forczek ym. 2020; Foti ym. 2000.) Lantion anteriorinen kallistuminen on liitoksissa lannerangan lordoosin kanssa (Perry & Burnfield 2010: 240), joka myös kasvaa raskauden aikana (Litmanen 2017:109).

Błaszczyk ym. (2016) tiivisti **raskauden aikaisten kävelytutkimuksien ongelmat** kolmeen kategoriaan: kontrolliryhmät tai vertailupisteet eivät usein ole tutkimuksien kesken yhtenäisiä, raskauden tutkitut ajankohdat poikkeavat tutkimuksissa toisistaan ja tutkimusten tutkimusryhmät olivat suhteellisen pieniä ja heterogeenisiä. (Błaszczyk ym. 2016.) Tämän kirjallisuuskatsauksen materiaaleissa esiintyi jokainen näistä haasteista. Yksi suuri heikkous tutkimuksissa ja näin ollen kirjallisuuskatsauksen tuloksissa on se, että **tutkimuksissa nähtiin pääasiassa pieniä otoskokoja ja suuria hajontoja**. Pienin tutkittu joukko oli Forczekin ja Staszkiwicsin (2012) tutkimuksessa, jossa oli kaksitoista odottajaa ja pienin verrokkiryhmän sisältävä tutkimus oli Gilleardin (2013) yhdeksän odottajan ja kahdentoista verrokin tutkimus. Suurimmat tutkimusjoukot olivat McCroryn (2014) 29 odottajan ja 40 verrokin tutkimuksessa sekä Krkeljasin ja Mossin (2018) 35 odottajan tutkimuksessa. Jos tutkittava joukko on heterogeeninen, kuten katsauksessa nähtiin odottajien olevan liikestrategioiltaan, on tärkeää, että otoskoko on suuri, jotta tulokset voidaan nähdä luotettavana (Karjalainen 2015: 33). Useissa, kuten esimerkiksi Gilleardin (2013) ja Wun ym. (2004) tutkimuksissa todettiin suurta hajontaa tutkittujen välisissä tuloksissa (Forczek ym. 2020) ja tämä nähdään laajana ilmiönä raskauden aikaisessa kävelytutkimuksissa (McCrory ym. 2014). Suurta hajontaa tutkittavien välillä havaittiin jopa kirjallisuuskatsauksen isoimman tutkimusjoukon tutkimuksessa, mutta mainittavasti tutkimuksessa silti löydettiin tilastollisesti merkitseviä tuloksia, joita ei voitu selittää luonnollisella vaihtelulla (McCrory ym. 2014.)

Raskaana olleiden kävelytutkimusten vertailu on keskenään haasteellista myös siksi, että tutkimuksissa **odottajien valitsema kävelyvauhti useimmiten-erosi toisistaan**

(Forczek & Staszkiwicz 2012). Jos odottajat valitsevat hitaamman kävelyvauhdin, vaikuttaa se esimerkiksi kahden jalan tukivaiheen keston (Błaszczuk ym. 2015), koska kaksoistuen suhteellinen pituus kasvaa, mitä hitaampaa kävelyvauhti on (Magee 2014: 984). Vapaavalintaisen kävelyvauhdin tutkimuksissa voi siis olla sisäisesti suurta hajontaa vauhdissa tutkittujen kesken, vaikuttaen näin muihin kävelyn osiin ja laajentuen tutkimusten keskinäisen vertailun haasteeksi. Tässä kirjallisuuskatsauksessa esimerkiksi nähtiin Forczekin ja Staszkiwiczin (2012) tutkimuksessa viimeisen kolmanneksen kävelynopeuden olevan keskiarvoltaan 1,41 m/s, mutta vaihteluväli tutkittujen välillä oli 1,08–1,72 m/s, kun taas Krkeljasin ja Mossin (2018) tutkimuksessa viimeisen kolmanneksen arvo oli 1,01 m/s keskihajonnalla 0,19. Wu ym. (2004) näki tutkimuksessaan kävelyvauhdin olevan erittäin merkitsevä tekijä sille, millä tavalla yksilön lantio, rintaranka ja torso kiertyy kävelyn aikana. Kävelyvauhdilla nähtiin olevan jopa enemmän yhteyttä kävelyn muutoksiin kuin sillä, oliko tutkittu raskaana vai verrokki. Kuitenkin raskaana olevat suosivat tutkimuksessa hitaampaa kävelyvauhtia kuin verrokkit ja mieluisassa kävelyvauhdissa lantion ja rangan liikehdintä oli pienimmillään. (Wu ym. 2004.)

Raskauden aikainen liikeanalyysitutkimus on nouseva trendi liikeanalyysin tutkimuskentällä, josta esimerkkinä toimii hyvin se, että suurin osa kirjallisuuskatsaukseen valikoituneista tutkimuksista on julkaistu vuoden 2010 jälkeen. Uutta tutkimusta aiheesta silti kaivataan. Tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimuksista ei kysytty yhdessäkään odottajien subjektiivista kokemusta kävelyn tilasta, vaikka kolme tutkimusta hyödynsivät kyselylomakkeita muista aiheista. Yksi kyselylomake liittyi kinesiofobiaan (Wu 2004), yksi koettuun kipuun liittyen (Forczek ym. 2020) ja yksi raskauden aikaiseen aktiivisuuteen liittyen (Forczek ym. 2019a). Yhdistäessä raskaana olevien oma-kohtaista näkemystä liikeanalyysin dataan voitaisiin saada valoa sille, onko terveiden odottavien suuressa variaatiossa nähtävissä ryhmittymistä. Olisiko esimerkiksi ryhmä, joka ei koe kävelynsä muuttuneen, yhteneväinen kävelyssään sen ryhmän kanssa, joka on kokenut muutoksia? Tätä muistuttavassa ryhmittävässä tutkimusasetelmassa on esimerkiksi huomattu, että ne odottavat, jotka eivät kaatuneet raskauden aikana olivat nilkan liikelaajuudeltaan huomattavasti jäykempiä kuin raskauden aikana vähintään kerran kaatuneet, jotka taas muistuttivat nilkan liikelaajuudeltaan verrokkiryhmää. (Ersal & McCrory & Sienko 2014.) On myös näyttöä siitä, että odottajien subjektiiviset kekokemukset eroavat toisistaan. 17 % odottajista kokee jalkaholvin korkeuden laske-neen raskauden aikana, kun taas 64 % kokee lantion alueen kipuja ja 41 % jalan kipua. (Ponnapula & Boberg 2010.) Raskauden ajan kävelyä on myös tutkittu runsaasti ryh-

mittäen odottajia koetun kivun mukaan, kuten esimerkiksi Christensenin ym. (2019) tutkimuksessa, jossa vertailtiin lantiorenkaan kipua kokevia odottajia, kivuttomia odottajia ja verrokkeja keskenään, jossa huomattiin kivun vaikuttavan enemmän kävelytyyliin kuin raskauden. Tämän kirjallisuuskatsauksen tutkimuksien poissulkukriteereihin on kuulunut suuri joukko patologiaan ja kävelyyn vaikuttavia muuttujia, jonka vuoksi tulokset voidaan nähdä koskevan yleistetyksi vain kivuttoman ja terveen odottajan kävelyä.

Lähteet

Błaszczyk, Janusz W. & Opala-Berdzik, Agnieszka & Plewa, Michał 2015. Adaptive changes in spatiotemporal gait characteristics in women during pregnancy. *Gait & Posture* 43. 160–164.

Branco, Marco & Santos-Rocha, Rita & Aguiar, Liliana & Vieira, Filomena & Veloso, António 2013. Kinematic analysis of gait in the second and third trimesters of pregnancy. *Journal of Pregnancy* 2013. Special Issue.

Catena, Robert D. & Bailey, Joshua P. & Campbell, Nigel & Stewart, Brett C. & Marion, Shawn J. 2020. Correlations between joint kinematics and dynamic balance control during gait in pregnancy. *Gait & Posture* 80 (7). 106–112.

Christensen, Lene & Veierød, Marit B. & Vøllestad, Nina K & Jakobsen, Vidar E & Stuge, Britt & Cabri, Jan & Stendal Robinson, Hilde 2019. Kinematic and spatiotemporal characteristics in pregnant women with pelvic girdle pain, asymptomatic pregnant and non-pregnant women. *Clinical Biomechanics* 68. 45–52.

Dunning, Kari & LeMasters, Grace & Bhattacharya, Amit 2010. A major public health issue: The high incidence of falls during pregnancy. *Maternal & Child Health Journal*. 14(5). 720–725.

Eldeeb, Abeer M. & Hamada, Hamada A. & Abdel-Aziem, Amr A. 2016. The relationship between trunk and pelvic kinematics during pregnancy trimesters. *Acta of bioengineering and biomechanics* 18 (4). 79–85.

Ersal, Tulga & McCrory, Jean L. & Sienko, Kathleen H. 2014. Theoretical and experimental indicators of falls during pregnancy as assessed by postural perturbations. *Gait & Posture* 39(1). 218–223.

Forczek, Wanda & Ivanenko, Yuri P. & Curyło, Marta & Frączek, Barbara & Masłoń, Agata & Salamaga, Marcin & Suder, Agnieszka Ewa 2019a. Progressive changes in walking kinematics throughout pregnancy – A follow up study. *Gait & Posture* 68. 518–524.

Forczek, Wanda & Ivanenko Yuri P. & Salamaga, Marcin & Sylos-Labini, Francesca & Frączek, Barbara & Masłoń, Agata & Curyło, Marta & Suder, Agnieszka Ewa 2020. Pelvic movements during walking throughout gestation – the relationship between morphology and kinematic parameters. *Clinical biomechanics* 71 (1). 146–151.

Forczek, Wanda & Masłoń, Agata & Frączek, Barbara & Curyło, Marta & Salamaga, Marcin & Suder, Agnieszka 2019b. Does the first trimester of pregnancy induce alterations in the walking pattern? *PloS one* 14 (1).

Forczek, Wanda & Staszkiwicz, Robert 2012. Changes of kinematic parameters due to pregnancy. *Acta of bioengineering and biomechanics* 14 (4). 113–119.

Foti, Theresa & Davids, Jon R. & Bagley, Anita 2000. A biomechanical analysis of gait during pregnancy. *Journal of bone and joint surgery – American volume* 82 (5). 625–632.

Gilleard, Wendy L. 2013. Trunk motion and gait characteristics of pregnant women when walking: report of a longitudinal study with a control group. *BMC Pregnancy and Childbirth* 13. 17

Hegaard, Hanne Kristine & Rom, Ane Lilleøre & Christensen, Karl Bang & Broberg, Lotte & Høgh, Stinne & Christiansen, Cecilie Holm & Nathan, Nina Olsen & De Wolff Mie Gaarskjaer & Damm, Peter 2021. Lifestyle habits among pregnant women in Denmark during the first COVID-19 lockdown compared with historical period – A hospital based cross-sectional study. *International journal of environmental research and public health* 18(3). 7128. <<https://www.mdpi.com/1660-4601/18/13/7128/htm#>>. Viitattu 30.10.2021.

Karjalainen, Leila 2015. *Tilastotieteen perusteet*. 2. painos. Keuruu: Pii-kirjat. 33.

Kauranen, Kari 2021. *Fysioterapeutin käsikirja*. Toim. Leena Koskua. 4. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 365–616.

Kauranen, Kati & Nurkka, Niina 2010. *Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille*. Liikuntatieteellinen seura ry. Tampere: Tammerprint Oy. 370–385.

Kirtley, Chris 2006. *Clinical Gait Analysis – Theory and Practice*. 1. painos. Elsevier. 55–56.

Krkelj, Zarko 2018. Changes in gait and posture as factors of dynamic stability during walking in pregnancy. *Human Movement Science* 58 (2018). 315-320.

Krkelj, Zarko & Moss, Sarah Johanna 2018. Relationship between gait kinematics and walking energy expenditure during pregnancy in South African women. *BMC sports science, medicine & rehabilitation* 10 (11).

Leppäluoto, Juhani & Kettunen, Raimo & Rintamäki, Hannu & Vakkuri, Olli & Vierimaa, Heidi & Lähti, Sole 2013. *Anatomia ja fysiologia – Rakenteesta toimintaan*. 3.–4. painos Helsinki: Sanoma Pro Oy. 365–367.

Levine, David & Richards, Jim & Whittle, Michael W 2012. *Whittle's Gait analysis*. 5. painos. Elsevier. 27–110.

Litmanen, Kirsi 2017. Raskauden aikaiset muutokset naisen elimistössä. Teoksessa Paananen, Ulla K. & Pietiläinen, Sirkka & Raussi-Lehto, Eija & Äimälä, Anna-Mari (toim.): *Kättilötyö – Raskaus, synnytys ja lapsivuodeaika*. 6.–7. painos. Helsinki: Edita Publishing Oy. 101–110.

McCrary, Jean L. & Chambers, April J. & Daftary, Ashi & Redfern, Mark S. 2014. The pregnant “waddle”: An evaluation of torso kinematics in pregnancy. *Journal of biomechanics* 47 (12). 2964–2968.

Mei, Qichang & Gu, Yaodong & Fernandez, Justin 2018. Alterations of pregnant gait during pregnancy and post-partum. Scientific reports 8(1). Article number 2217. <<https://www.nature.com/articles/s41598-018-20648-y>>.

Ruuskanen, Timo 2019. Perinteinen kävelylenkkeily edelleen suosituin koko kansan liikuntaharrastus. Tilastokeskus. Asiantuntija-artikkelit ja ajankohtaisblogit. <<https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/perinteinen-kavelylenkkeily-edelleen-suosituin-koko-kansan-liikuntaharrastus-1/>>. Viitattu 16.04.2022

Tapanainen, Juha & Heikinheimo, Oskari & Mäkikallio, Kaarin (toim.) 2019. Naistentaudit ja synnytykset. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2019. Viitattu 28.09.2021.

Magee, David J. 2014. Orthopedic physical assessment. 6. painos. St. Louis Missouri: Elsevier Health Sciences. 981–993.

Perry, Jacquelin & Burnfield, Judith M. 2010. Gait analysis – Normal and Pathological Function. 2. painos. USA: Slack incorporated. 240.

Pietiläinen, Sirkka & Väyrynen, Pirjo 2017. Raskauden ajan muutokset. Teoksessa Paananen, Ulla K. & Pietiläinen, Sirkka & Raussi-Lehto, Eija & Äimälä, Anna-Mari (toim.): Kätilötyö – Raskaus, synnytys ja lapsivuodeaika. 6.–7. painos. Helsinki: Edita Publishing Oy. 161–169.

Ponnapula, Priya & Boberg, Jeffrey S. 2010. Lower extremity changes experienced during pregnancy. The Journal of Foot & Ankle Surgery 49. 452–458.

Saarikoski, Riitta 2016. Alaraajojen kunnon yhteys pystyasentoon ja kehon hallintaan. Duodecim Terveyskirjasto. <<https://www.terveyskirjasto.fi/tju00202/alaraajojen-kunnon-yhteys-pystyasentoon-ja-kehon-hallintaan?q=kineettinen%20ketju>>. Viitattu 09.04.2022.

Sandström, Marita & Ahonen, Jarmo 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. 1. painos. Lahti: VK-Kustannus. 165–308.

Sariola, Anna-Paula & Nuutila, Mika & Sainio, Susanna & Saisto, Terhi & Tiitinen, Aila 2014. Odottavan äidin käsikirja. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 48–57.

UKK-instituutti 2021a. Liikkumisen suositus raskauden aikana. Päivitetty 11.02.2022. <<https://ukkinstituutti.fi/liikkuminen/liikkumisen-suositukset/liikkumisen-suositus-raskauden-aikana/>>. Viitattu 19.03.2022.

UKK-instituutti 2021b. Kaatumisista aiheutuvat seuraukset. <<https://ukkinstituutti.fi/liikkumisen-turvallisuus/kaatumisten-ehkaisy-ammattilaisille/kaatumisten-seuraukset/>>. Viitattu 27.03.2022.

Väyrynen, Petri 2016a. Kävelyn tuki- ja heilahdusvaihe. Teoksessa Stolt, Minna & Flink, Anne & Saarikoski, Riitta & Väyrynen, Petri (toim): Jalkaterveys. E-kirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Väyrynen, Petri 2016b. Kävelyyn vaikuttavat tekijät ja kävelyä kuvaavat käsitteet. Teoksessa Stolt, Minna & Flink, Anne & Saarikoski, Riitta & Väyrynen, Petri (toim.). Jalkaterveys. E-kirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Väyrynen, Petri 2016c. Kävelyn havainnoinnin apuvälineet. Teoksessa Stolt, Minna & Flink, Anne & Saarikoski, Riitta & Väyrynen, Petri (toim.): Jalkaterveys. E-kirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Wu, Wenhua & Meijer, Onno G. & Lamothe, Claudine J.C. & Uegaki, Kimi & van Dieën, Jaap H. & Wuisman, Paul I.J.M & de Vries, Johanna I.P & Beek, Peter J. 2004. Gait coordination in pregnancy: transverse pelvic and thoracic rotations and their relative phase. *Clinical biomechanics* 19 (5). 480–488.