

Opinnäytetyö AMK

Röntgenhoitajakoulutus

2025

Katariina Paananen & Pinja Suovanen

Alaraajan magneettianatomiatehtäväkirja

– Polvi ja nilkka



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitajakoulutus

2025 | 32 sivua

Katariina Paananen & Pinja Suovanen

Alaraajan magneettianatomiatehtäväkirja

- Polvi ja nilkka

Ihmiskehon anatomian osaaminen on tärkeää röntgenhoitajalle, koska se edesauttaa laadukkaampien kuvien tuottamisessa. Anatomian opiskelua hyödyttää selkeä ja kiinnostava oppimismateriaali. Materiaalin pedagogista laatua määrittävät sisältö sekä tehtävien visuaalinen ja teknillinen toteutus. Kuvausmodaliteeteista esimerkiksi magneettikuvantamisella saadaan aikaan tarkkaa kuvaa kehosta, mitä opiskelussa voi käyttää hyödyksi.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda alaraajan magneettikuvauksessa tarvittavan anatomian harjoittelua helpottava oheismateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille. Työn tavoitteena oli edistää polven ja nilkan anatomian sekä siihen liittyvän termistön tietämystä. Anatomiatehtäväkirjan tarve havaittiin ammattikorkeakoulun magneettikuvantamiskurssilla.

Opinnäytetyön tuotoksena luotiin alaraajan magneettianatomian tehtäväkirja Word-tiedostoon. Tehtäväkirjasta tehtiin helppokäyttöinen ja selkeä, jotta uuden oppiminen tapahtuisi käytännöllisesti osissa. Tehtäväkirjaan sisällytettiin polven ja nilkan magneettikuvia. Kuviin merkittiin numeroilla anatomisia kohteita, joita opiskelijan piti nimetä. Tehtäväkirjaan tehtiin myös suomi-latina-termistötehtävät.

Asiasanat: röntgenhoitajakoulutus, magneettikuvantaminen, anatomia, alaraaja, polvi, nilkka

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree programme in radiography

2025 | 32 pages

Katariina Paananen & Pinja Suovanen

Workbook of MRI anatomy of the lower limb

- Knee and ankle

Knowledge of the human anatomy is important for radiographers, because it helps the progress of producing images in higher-quality. Clear and interesting learning material is beneficial for studying anatomy. The pedagogical quality of the material is defined by its content and the visual and technical appearance of the tasks. Imaging modalities such as magnetic resonance imaging (MRI) provide accurate images of the body, which can be used in studying.

The purpose of the thesis was to create additional material to help with the studying process of the magnetic anatomy of the lower limb for student radiographers. The aim was to increase the knowledge of the anatomy and terminology of the knee and ankle. The need for an anatomy workbook was noticed during an MRI course at the University of Applied Sciences.

The output of the thesis was a workbook of MRI anatomy of the lower limb which was made in Word document. The workbook was made user-friendly and clear that the learning would happen practically in sections. MRI images of the knee and ankle were included in the workbook. Anatomical objects were marked with numbers in the images which the student had to name. The workbook also included Finnish-Latin terminology exercises.

Keywords: degree programme in radiography, magnetic resonance imaging, anatomy, lower limb, knee, ankle

Sisältö

1 Johdanto	5
2 Tarkoitus ja tavoite	6
3 Alaraajan magneettikuvantaminen	7
3.1 Alaraajan anatomia	7
3.2 Alaraajan magneettikuvantaminen	16
3.3 Pedagogiikka	19
4 Opinnäytetyön toteutus	22
4.1 Kehittämistyön malli	22
4.2 Kehittämistyön eteneminen ja aikataulu	22
5 Pohdinta ja arviointi	25
5.1 Opinnäytetyöprosessi	25
5.2 Eettisyys ja luotettavuus	27
5.3 Kehittämisehdotukset	28
Lähteet	29

1 Johdanto

Polvinivel muotoutuu reisiluun, sääriluun ja polvilumpion välille. Sillä on laaja liikkuvuus sekä hyvä vakaus, joita ylläpitävät ja ohjaavat nivelsiteet. Polven toiminnassa eniten vaikuttava lihas on reiden etupinnan nelipäinen reisilihas. (Pohjolainen 2024.) Sen neljällä osalla on yhteinen jänne, jolla ne kiinnittyvät polvilumpion takaosaan (Hervonen 2020, 210). Nilkka koostuu seitsemästä luusta, joita ovat kanta-, tela-, kuutio- ja veneluu sekä kolme vaajaluuta (Leppäluoto ym. 2019, 76). Ne muodostavat yhdessä jalkahovin (Hervonen 2020, 215). Nilkan liikkeitä toteuttavat säären lihakset, jotka suppenevat sitä lähestyessään nilkkanivelten lähellä kulkeviksi jänteiksi (Hervonen 2020, 220; Leppäluoto ym. 2019, 77).

Opinnäytetyön aiheena on alaraajan magneettianatomian opiskelemista helpottavan ja edistävän tehtäväkirjan tuottaminen röntgenhoitajaopiskelijoille. Tarve tällaiseen oppimismateriaaliin on havaittu ammattikorkeakoulun magneettikuvantamiskurssilla. Tässä opinnäytetyössä alaraajasta puhuttaessa tarkoitetaan polvi- ja nilkkanivelten alueita aikuisella.

Tehtäväkirjassa käsitellään pääasiassa polven ja nilkan lihaksia ja jänteitä, mutta myös ligamentteja ja luita käsitellään tehtävään soveltuvasti. Opinnäytetyön teoriassa keskitytään alaraajan magneettikuvantamisen tärkeisiin kohteisiin röntgenhoitajien näkökulmasta, sillä heidän työssään on tärkeää tunnistaa ja tietää ihmiskehon anatomisia kohteita. Niiden osaaminen auttaa muun muassa korkealaatuisten kuvien tuottamisessa. (The Society & College of Radiographers n.d.)

2 Tarkoitus ja tavoite

Magneettikuvantamisen fyysisten periaatteiden ymmärtämisen lisäksi röntgenhoitajat tarvitsevat yksityiskohtaista anatomian tuntemusta (The Society & College of Radiographers n.d.) Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa helppokäyttöinen, kuvallinen oheismateriaali alaraajan magneettianatomiasta röntgenhoitajaopiskelijoille opetuksen tueksi. Työn tavoitteena on edistää opiskelijoiden anatomista osaamista polven ja nilkan alueilla sekä lisätä tietämystä röntgenhoitajan työssä tarvittavasta ammattitermistöstä.

Tehtäväkirja tuotetaan opiskelijoille helposti saatavassa muodossa Word-asiakirjana. Tehtäväkirja on ensisijaisesti e-oppimateriaali, mutta kirjan tehtävät saa tehdä haluamallaan tavalla, esimerkiksi tallentaa ne omalle laitteelle tai tulostaa paperiversioksi. Tehtäväkirja tulee sisältämään eri suunnista otettuja magneettikuvia, joiden anatomisia kohteita, esimerkiksi lihaksia ja jänteitä, opiskelijan tulee tunnistaa ja nimetä latinaksi/suomeksi. Lisäksi tehtäväkirjaa monipuolistetaan integroimalla siihen muita aiheeseen liittyviä kysymyksiä.

3 Alaraajan magneettikuvantaminen

3.1 Alaraajan anatomia

Tuki- ja liikuntaelimityö muodostuu luustosta ja luustolihasista (Leppäluoto ym. 2019, 56). Toiminnallisesta näkökulmasta se voidaan erotella passiiviseen ja aktiiviseen ryhmään. Passiiviseen ryhmään kuuluvat luut, jänteet ja nivelsiteet. Luuranko itsessään muodostaa kehon muodot, toimii lihasten kiinnittymiskohtana sekä luo sisäelimiä suojaavia onteloita. Nivelet mahdollistavat joustavat liitokset luiden välille. Aktiiviseen ryhmään kuuluvat luustolihakset, jotka mahdollistavat luiden liikkumisen nivelissä. (Paulsen & Waschke 2011, 20.)

Luustolihakset mahdollistavat tahdonalaisen liikkeen ja tukevat luurankoa. Niiden supistuminen saa aikaan luiden liikkumisen. (Leppäluoto ym. 2019, 56, 91.) Luustolihakset rakentuvat nopeisiin supistuksiin kykenevästä, poikkijuovaisesta lihaskudoksesta. Niiden vaikutus välittyy sidekudosten apurakenteiden (jänteet, jännetupet, synoviaalipussit ja faskiat) kautta luiseen tukirankaan. (Hervonen 2020, 7, 54–55.) Luustolihasien kudokset muodostuvat luustolihasoluista eli luustolihasyistä. Nämä luustolihasyit järjestäytyvät yhteen lihassykimpuksi. Kokonainen lihas koostuu useammasta lihassykimpusta, joiden ympärillä on sidekudoskalvo. Sidekudoskalvon päällä on lihasta ympäröivä peitinkalvo eli faskia. (Leppäluoto 2019, 82.) Luustolihasen päättyessä tai sen reunojen lähellä, luustolihas muuttuu sidekudokseksi, joka kiinnittyy useimmiten luuhun jänteellä tai faskialla (Hervonen 2020, 47).

Jänne tarkoittaa sidekudosta, joka kiinnittää luustolihasen luuhun. Luustolihasilla on kiinnityskohta eli lihaksen alkukohta (origo) ja lihaksen kiinnityskohta (insertio). (Leppäluoto ym. 2019, 91.) Yleensä ennen kiinnittymiskohtaa luustolihas muuttuu jänteeksi. Lihaksen alkukiinnityskohta on kiinteämpi kuin sen joustavampi kiinnityskohta. (Paulsen & Waschke 2011, 20.) Alzukiinnityskohta kiinnittyy vähemmän liikkuvaan rakenteeseen, ja kiinnittymiskohta liikkuvampaan rakenteeseen (Hervonen 2020, 49).

Alaraajan luutyyppejä ovat pitkät luut (ossa longa), lyhyet luut (ossa brevia) sekä seesamluut (ossa sesamoidea). Pitkät luut eli putkiluut ovat raajojen luita, ja alaraajassa näihin kuuluvat reisi-, sääri- ja pohjeluu. Putkiluun varsi on kiinteästä luusta muodostunut putki, jonka keskellä on luuydinontelo. Luun varren molemmissa päissä on hohkaluusta rakentuneet paksuuntumat. Lyhyisiin luihin kuuluvat nilkan alueen luut. Ne ovat kuutiomaisia tai monikulmaisia, pieniä luita. Näiden lisäksi jänneiden yhteydessä saattaa esiintyä seesamluita, jotka suojaavat jännettä hankaukselta. (Hervonen 2020, 19.) Esimerkiksi polvilumpio on seesamлуу (Leppäluoto ym. 2019, 74).

Nivel eli synoviaalinivel tarkoittaa liitosta kahden luun välillä, jossa luut liikkuvat ja ovat liukuvassa kosketuksessa toisiinsa nähden (Hervonen 2020, 60). Niiden liikkuvuus riippuu kyseessä olevasta nivelestä. Nivel muodostuu kahden luun välille kiinnittyen nivelnastaan ja -kuoppaan. Nivelen muodostavien luiden pinnalla on yleensä nivelrustoa vähentämässä liikkuvien luiden päiden välistä kitkaa. (Leppäluoto ym. 2019, 61.) Nivelpussi yhdistää niveltä luut toisiinsa (Hervonen 2020, 60). Se ympäröi niveltä, mistä erittyy nivelnesteä. Nivelpussin sisäpinnasta löytyy nivelkalvo, ja ne muodostavat sisäisen tilan eli nivelontelon. (Leppäluoto ym. 2019, 61.)

Nivelsiteet eli ligamentit tarkoittavat nivelpussin vahventumia. Yhtä niveltä kohti niitä voi olla kaksi tai useampia. Ne ovat yhdensuuntaisia, ja kulkevat niveltä luut välillä sekä voivat olla jänneiden jatkeita. (Hervonen 2020, 60.) Ligamentit kiinnittyvät luihin, ja niitä sijaitsee nivelpussissa sekä joidenkin nivelten ulkopinnoilla. Ligamenttien tehtävänä on tukea niveliä ja estää esimerkiksi polven tai nilkan hallitsemattomia nyrjähdyksiä. Limapussi tuottaa eritettä nivelpintojen ulkopuolelle helpottaen lihasten ja jänneiden liikkumista. Näitä esiintyy esimerkiksi polvinivelessä ja akillesjänneen alla. (Leppäluoto ym. 2019, 62.)

Polven lihakset ja jänteet

Leveän peitekalvon jännittäjälihas (*m. tensor fasciae latae*) sijaitsee reiden ulkosivulla, ja sen tehtävänä on suojata reisi luuta murtumiselta vähentämällä

taivutusjännitettä. Yhdessä räätälinlihaksen kanssa se taivuttaa lonkkaniveltä. Jännittäjälihas liittyy suoliluu-sääriluusiteeseen (*tractus iliotibialis*), johon myös iso pakaralihas (*m. gluteus maximus*) osittain liittyy. Suoliluu-sääriluuside yhdistää suoliluun (*os. ilium*) sääriluun ulkonastaan ja vahvistaa reiden leveää peitinkalvoa (*fascia lata*). Leveän peitekalvon jännittäjälihaksen jänne (*tendo tensor fasciae latae*) kiinnittyy sääriluun ulkonastaan. (Paulsen & Waschke 2011, 299–301, 307.)

Reiden lähentäjälihaksia eli adduktorilihaksia ovat harjannelihas (*m. pectineus*), reiden lyhyt lähentäjälihas (*m. adductor brevis*), reiden pitkä lähentäjälihas (*m. adductor longus*), reiden iso lähentäjälihas (*m. adductor magnus*) ja hoikkalihas (*m. gracilis*). Ne sijaitsevat reiden sisäsivulla, ja stabiloivat lonkkaa niin seistessä kuin kävellessäkin. (Paulsen & Waschke 2011, 301.)

Harjannelihaksen jänne (*tendo pectineus*), reiden lyhyen lähentäjälihaksen jänne (*tendo adductor brevis*) ja reiden pitkän lähentäjälihaksen jänne (*tendo adductor longus*) kiinnittyvät reisiluun varteen. Reiden ison lähentäjälihaksen jänne (*tendo adductor magnus*) kiinnittyy sekä reisiluun varteen että sen sisäsivunastaan, ja hoikkalihaksen jänne (*tendo gracilis*) kiinnittyy sääriluun sisänastan syrjässä olevaan kolmiosaiseen jännelevyyn eli hanhenjalkaan (*pes anserinus*). (Hervonen 2020, 196–197.) Lähentäjälihakset jakavat reiden lihakset etu- ja takaryhmään. Eturyhmään kuuluvat räätälinlihas (*m. sartorius*) ja nelipäinen reisilihas (*m. quadriceps femoris*). Takaryhmään kuuluvat kaksipäinen reisilihas (*m. biceps femoris*), puolijänteinen lihas (*m. semitendinosus*), puolikalvollinen lihas (*m. semimembranosus*) ja polvitaivelihas (*m. popliteus*). (Hervonen 2020, 206.)

Reiden lihasten eturyhmään kuuluva räätälinlihas osallistuu polven koukistamiseen ja sisärotaatioon. Sen jänne (*tendo sartorius*) kiinnittyy sääriluun hanhenjalkaan. Nelipäinen reisilihas on polven pääasiallinen ojentaja, ja se koostuu neljästä osasta, joita ovat suora reisilihas (*m. rectus femoris*), sisempi reisilihas (*m. vastus medialis*), ulompi reisilihas (*m. vastus lateralis*) ja keskimäinen reisilihas (*m. vastus intermedius*). Nämä kaikki kiinnittyvät polvilumpion takaosan päähän yhteisellä jänteellä (*tendo quadriceps femoris*),

joka kiinnittyy polvilumpion nivelsiteellä (*ligamentum patellae*) sääriluun kyhmyyn. (Hervonen 2020, 206, 210.)

Reiden lihasten takaryhmään kuuluva kaksipäinen reisilihas muodostuu pidemmästä päästä (*caput longum*) ja lyhyemmästä päästä (*caput breve*). Pidempi pää yhdistyy lyhyempään päähän polven yläpuolella, ja ne kiinnittyvät yhteisellä jänteellä (*tendo biceps femoris*) pohjeluun päähän. Nämä lihakset yhdessä aiheuttavat polvinivelessä ulkorotaation. Puolijänteisen lihaksen jänne (*tendo semitendinosus*) kiinnittyy sääriluun sisäsivuun hanhenjalkaan, mikä mahdollistaa polvinivelessä sisärotaation muun muassa yhdessä puolikalvullisen lihaksen jänteellä (*tendo semimembranosus*), jonka kiinnittymiskohta on sääriluun sisäsivunastan takaosassa. Polvitaivelihas alkaa reisiluun ulkosivunastasta, ja se kiinnittyy pohjeluun takapintaan ja polven nivelpussiin. Se vahvistaa nivelpussia takaa ja on myös aiheuttamassa polvinivelen sisärotaatiota. Reiden takaryhmän kaikki lihakset osallistuvat polven koukistukseen. (Hervonen 2020, 210, 212.)

Polven luut, nivelet ja ligamentit

Reisiluu (*femur*), sääriluu (*tibia*) ja polvilumpio (*patella*) muodostavat polvinivelen. Polvinivelessä reisiluu niveltyy sääriluuhun (*articulatio femorotibialis*) sekä polvilumpioon (*articulatio femoropatellaris*). (Paulsen & Waschke 2011, 272.). Polvilumpio on ihmiskehon suurin seesamluu, ja se sijaitsee nelipäisen reisilihaksen (*m. quadriceps femoris*) jänteen sisällä (Leppäluoto ym. 2019, 74).

Reisiluun varsi levenee sivusuunnassa kolmiomaisesti muodostaen nivelpintojen tyveen lihasten kiinnityskohdat, eli reisiluun ulkosivunastan (*epicondylus lateralis*) ja reisiluun sisäsivunastan (*epicondylus medialis*). Reisiluun sisäsivunastan yläpuolella sijaitsee kyhmy (*tuberculus adductorius*), mihin reiden ison lähentäjälihaksen jänne (*tendo adductor magnus*) kiinnittyy. (Hervonen 2020, 199.) Reisiluun nivelnastat ovat reisiluun ulompi nivelnasta (*condylus lateralis*) ja reisiluun sisempi nivelnasta (*condylus medialis*). (Leppäluoto ym. 2019, 74.) Reisiluun nivelnastojen välissä on nivelnastojen

välikuoppa (*fossa intercondylaris*). Näitä nivelnastoja päällystävät nivelpinnat yhdistyvät reisiluun edessä muodostaen yhteisen nivelpinta-alueen (*facies patellaris*), johon polvilumpio niveltyy. (Hervonen 2020, 199.) Polvilumpio toimii polvinivelen keskellä olevana kiertopisteenä, ja ohjaa nelipäisen reisilihaksen jänteen reisiluun tyven yli kohti sääriluun kyhmyä (Paulsen & Waschke 2011, 272).

Sääriluun varren yläosa levenee kolmiomaisesti sivusuunnassa muodostaen säären ulkoisen nivelnastan (*condylus lateralis tibiae*) ja säären sisäisen nivelnastan (*condylus medialis tibiae*). Sääriluun yläpinnan nivelpintojen väliharjut (*eminentia intercondylaris*) muodostavat kaksi nivelpintaa (*facies articularis superior tibialis*), joihin reisiluun nivelnastojen nivelpinnat niveltyvät. (Hervonen 2020, 200.) Sääriluun nivelpintaan kiinnittyvät sisempi nivelkierukka (*meniscus medialis*) ja ulompi nivelkierukka (*meniscus lateralis*). Ne ovat rustoisia, C-kirjaimen muotoisia rakenteita, jotka sovittavat sääri- ja reisiluun nivelpinnat paremmin yhteen. (Leppäluoto ym. 2019, 74.) Säären nivelnastojen välissä etupuolella on sääriluun kyhmy, johon kiinnittyy lumpiojänne (*ligamentum patellae*) (Hervonen 2020, 200). Lumpiojänne on nelipäisen reisilihaksen jänteen alaosa, mikä löytyy nivelpussin ulkopuolelta (Leppäluoto ym. 2019, 74).

Polven ligamentit jaetaan nivelpussin ulkoisiin ja sisäisiin nivelsiteisiin. Ulkoiset nivelsiteet tukevat niveliä nivelpussin ulkopuolelta ja sisäiset sisäpuolelta. (Paulsen & Waschke 2011, 272.) Nivelsiteitä nivelpussin sisällä ovat muun muassa reisi- ja sääriluun välinen etummainen ristiside (*ligamentum cruciatum anterius*) ja takimmainen ristiside (*ligamentum cruciatum posterius*) (Leppäluoto ym. 2019, 74). Polven eturistiside kiinnittyy sääriluun yläpinnan nivelpintojen väliharjujen eteen ja viistosti taemmas ylös reisiluun ulkonivelnastan sisäsivulle. Takaristiside löytyy sääriluun yläpinnan nivelpintojen väliharjun takana olevasta alueesta, josta se kiinnittyy vinosti ylös ja edemmäs reisiluun sisänivelnastan sisäreunaan. (Hervonen 2020, 202.) Polvinivelen nivelpussin ulkopuolella on sisäinen sivuside (*MCL, ligamentum collaterale tibiale*) ja ulkoinen sivuside (*LCL, ligamentum collaterale fibulae*) (Leppäluoto ym. 2019, 74). Sisäinen sivuside kiinnittyy reisiluun sisäsivunastan ja sääriluun yläpinnan keskiosan

välille. Ulkoinen sivuside on kiinni reisiluun ulkosivunastan ja pohjeluun kärjen välillä. (Hervonen 2020, 202.)

Nilkan lihakset ja jänteet

Säären lihakset toimivat nilkan liikkeissä ja varpaiden ojentajina sekä koukistajina (Leppäluoto ym. 2019, 77). Säären lihakset suppenevat nilkkaa lähestyessä pitkiksi jänteiksi, mitkä kulkevat nilkkanivelten sivulta tai päältä kohti nilkan, jalkapöydän tai varpaiden luita (Hervonen 2020, 220). Säären lihakset erotellaan niiden tehtävien mukaisesti, eli ne jaetaan ojentaja-, koukistaja- ja sivupuolen lihaksiin (Paulsen & Waschke 2011, 282).

Sääriluun edessä oleviin ojentajalihaksiin kuuluvat etummainen säärilihas (*m. tibialis anterior*), isovarpaan pitkä ojentajalihas (*m. extensor hallucis longus*) ja varpaiden pitkä ojentajalihas (*m. extensor digitorum longus*) (Paulsen & Waschke 2011, 282). Ojentajalihaksiin kuuluu myös pieni pohjeluulihhas (*m. peroneus tertius*), joka lähtee pohjeluun alimman kolmanneksen etupinnalta sekä luuvälikalvosta varpaiden pitkän ojentajalihaksen lähtökohdan alta. Pieni pohjeluulihaksen jänne (*tendo peronei tertius*) kulkee ulkokehrään etupuolelta kiinnittyen viidennen jalkapöytäluun tyveen. (Bell 2021.) Niistä eniten sääriluun puolella on etummainen säärilihas, joka alkaa sääriluun yläosasta pohjeluun puolelta ja luuvälikalvosta. Etummaisen säärilihaksen jänne jatkuu litteänä jänteenä (*tendo m. tibialis anterioris*) nilkkanivelten yli kiinnittyen keskimmäiseen vaajaluuhun ja ensimmäisen jalkapöydänluun tyveen (*basis ossis metatarsalis 1*). (Hervonen 2020, 221, 224.)

Isovarpaan pitkä ojentajalihas lähtee ylhäältä pohjeluusta ja luuvälikalvosta. Isovarpaan pitkän ojentajalihaksen jänne (*tendo m. extensor hallucis longi*) kulkee nilkan etuosaa pitkin kiinnittyen isovarpaan dorsaaliaponeuroosiin. Varpaiden pitkä ojentajalihas on pohjeluun puoleisin lihas, joka lähtee ylhäältä sääriluusta, pohjeluusta sekä luuvälikalvosta. Varpaiden pitkän ojentajalihaksen jänne (*tendo m. extensor digitorum longi*) muuttuu ensin yhdeksi jänteeksi ja jalkapöydän päällä jakaantuu sitten neljäksi haaraksi kohti oman varpaansa 2–5 dorsaaliaponeurooseja. (Hervonen 2020, 221, 224.)

Sivupuolen lihaksia ovat pitkä pohjeluulihakas (*m. peroneus longus*) ja lyhyt pohjeluulihakas (*m. peroneus brevis*) (Paulsen & Waschke 2011, 282). Pitkä pohjeluulihakas lähtee pohjeluun varren ylimmästä kolmanneksesta, omasta faskialokeronsa seinästä. Lyhyt pohjeluulihakas lähtee pohjeluun alimmasta kolmanneksesta. Molemmat lihakset kulkevat yhdessä ulkokehrään takapinnalle, pitkän peittäessä lyhyttä. Lyhyen pohjeluulihaksen jänne (*tendo m. peronei brevis*) kulkee ulkokehrään takana ylempänä ja kiinnittyy viidennen jalkapöytäluun kyhmyyn (*tuberositas ossis metatarsalis 5*). Pitkän pohjeluulihaksen jänne (*tendo m. peronei longi*) kääntyy vaajaluun reunan ympäri jalkapohjan puolelle kiinnittyen keskimmäiseen vaajaluuhun ja ensimmäisen jalkapöytäluun kyhmyyn (*tuberositas ossis metatarsalis 1*). (Hervonen 2020, 221–223.)

Pohkeen puoleiset koukistajalihakset jaetaan pinnalliseen ja syvään kerrokseen. Pinnalliseen kuuluvat hoikka kantalihas (*m. plantaris*) sekä kolmipäinen pohjelihakas (*m. triceps surae*), joka muodostuu kaksoiskantalihaksesta (*m. gastrocnemius*) ja leveästä kantalihaksesta (*m. soleus*). Syvään kerrokseen kuuluvat polvitaivelihakas (*m. popliteus*), varpaiden pitkä koukistajalihas (*m. flexor digitorum longus*), isovarpaan pitkä koukistajalihas (*m. flexor hallucis longus*) ja takimmainen säärilihakas (*m. tibialis posterior*). (Paulsen & Waschke 2011, 282.)

Kolmipäisen pohjelihaksen toisen osan eli kaksoiskantalihaksen sisempi pää (*caput mediale musculi gastrocnemii*), lähtee polvinivelpussista ja reisiluun sisemmästä nivelnastasta. Kaksoiskantalihaksen ulompi pää (*caput laterale musculi gastrocnemii*) alkaa polvinivelpussin lisäksi reisiluun ulkoisesta nivelnastasta. Leveä kantalihas lähtee sekä pohje- että sääriluusta. Hoikka kantalihas on kaksoiskantalihaksen ulkopuolen pään osa, joten se lähtee reisiluun ulkoisesta nivelnastasta, ja kulkee ohuena juosteena kaksoiskantalihaksen alla päättyen akillesjänteen sisäreunaan kantaluun kyhmyyn kohdalla. Nämä lihakset päättyvät yhteisellä akillesjänteellä (*tendo calcaneus*) kiinnyttäen sen kantaluun kyhmyyn (*tuber calcanei*) reunaan. (Hervonen 2020, 223.)

Syvään koukistajalihasryhmään kuuluva varpaiden pitkä koukistajalihas alkaa sääriluun yläosasta pohjeluun puolelta, sen takapinnasta ja sääriluun ulommasta reunasta eli luuvälisärmästä (*margo interosseus*). Varpaiden pitkän koukistajalihaksen jänne (*tendo flexor digitorum longus*) etenee alaspäin sisäreunaa päin ohittaen isovarpaan pitkän koukistajalihaksen ja takimmaisen säärilihaksen. Tämän jälkeen jänne jatkuu omassa jännetupessaan sääriluun sisäkehrään takana olevasta pinnasta (*sulcus malleoli*) jalkapohjan puolelle jakaantuen neljäksi jänneeksi, jotka kiinnittyvät varpaiden 2–5 kärkinivelten tyveen. (Hervonen 2020, 227.)

Takimmainen sääri-lihas lähtee sääriluun takaa pohjeluun puolelta, pohjeluusta sekä niiden välisestä luuvälikalvosta. Takimmaisen säärilihaksen jänne (*tendo tibialis posterior*) etenee alaspäin sääriluun sisäreunaa kohden ja risteää varpaiden pitkän koukistajalihaksen jänneen kanssa sisäkehrään yläpuolella. Se kulkee myös omassa jännetupessaan sääriluun sisäkehrään takana olevasta pinnasta kiinnittyen voimakkaammalla jänneellä veneluun kyhmyyn (*tuberositas ossis naviculare*) ja heikoimmalla jänneellä uloimpaan ja keskimmäiseen vaajaluuhun. Isovarpaan pitkä koukistajalihas lähtee pohjeluusta, luuvälikalvosta ja *septum intermusculare posteriuksesta*. Isovarpaan pitkän koukistajalihaksen jänne (*tendo flexor hallucis longus*) etenee alaspäin kohti sääriluun sisäreunaa ja kulkee sekä varpaiden pitkän koukistajalihaksen alta että sisäkehräksen alta kiinnittyen ensimmäisen varpaan kärkijäseneseen. Polvitaivelihäs lähtee reisiluun ulkonivelnastasta ja polvinivelen nivelpussista kiinnittyen leveän kantalihaksen aloituskohdan yläpuolelle. (Hervonen 2020, 227.)

Nilkan luut, nivelet ja ligamentit

Sääri- ja pohjeluun (*fibula*) ovat yhdistyneet toisiinsa alaosistaan edessä (*tibiofibulare anterius*) ja takana (*tibiofibulare posterius*) sijaitsevilla nivelsiteillä, jotka muodostavat niiden välille sidekudosliitoksen (*syndesmosis tibiofibularis*). Luuvälikalvo (*membrana interossea cruris*) sijaitsee pääasiassa luiden välissä vinosti alaspäin sääriluusta pohjeluuhun, ja toimii niiden vakauttajana. (Paulsen

& Waschke 2011, 282.) Sääriluun alaosa on varttaan paksumpi, ja sen sisäsivun puolella on uloke, jota kutsutaan sisäkehräksi (*malleolus medialis*). Sääriluun alaosan pinnalla on kovera nivelpinta (*facies articularis inferior*), josta muodostuu myös sisäkehrään nivelpinta (*facies articularis malleoli medialis*). Pohjeluun paksu alaosa on pohjeluun pää (*caput fibulae*) eli ulkokehräs (*malleolus lateralis*). Ulkokehrään nivelpinta (*facies articularis malleoli lateralis*) sijaitsee sääriluun puolella. (Hervonen 2020, 215.)

Nilkan luita on seitsemän, joita ovat kantaluu (*calcaneus*), telaluu (*talus*), veneluu (*os naviculare*), sisin vaajaluu (*os cuneiforme mediale*), keskimäinen vaajaluu (*os cuneiforme intermedium*), uloin vaajaluu (*os cuneiforme laterale*) ja kuutioluu (*os cuboideum*) (Leppäluoto ym. 2019, 76). Nämä luut muodostavat jalkahovin, jonka rakenne jakaa painon tasaisesti jalkapöydän ja kantaluun välille. Kantaluu on nilkan luista takimmaisina, ja se niveltyy ylöspäin telaluuhun sekä eteenpäin kuutioluuhun. Telaluun etuosa niveltyy veneluun kanssa. Veneluu niveltyy varpaiden suuntaan kolmeen vaajaluuhun (*ossa cuniformia*), jotka niveltyvät kukin kolmeen ensimmäiseen jalkapöytäluuhun (*ossa metarsalia 1–3*). Kahteen viimeiseen jalkapöytäluuhun (*ossa metatarsalia 4–5*) niveltyy kuutioluu. (Hervonen 2020, 215.)

Nilkkaniveleitä on kaksi: ylempi nilkkanivel (*articulatio talocruralis*) ja alempi nilkkanivel, joka jaetaan vielä etu- (*articulatio talocalcaneonavicularis*) ja takaosaan (*articulatio subtalaris*) (Leppäluoto ym. 2019, 76; Suomen Kampurajalkayhdistys ry n.d.) Ylemmän nilkkaniveleen muodostavat sääriluun sisäkehräs, pohjeluun ulkokehräs sekä telaluu. Sisä- ja ulkokehräs muodostavat väliinsä haarukaksi kutsutun tilan, johon myös telaluu kiinnittyy. (Leppäluoto ym. 2019, 76.) Telaluu muodostuu kolmesta osasta eli runko-osasta (*corpus*), kaulaosasta (*collum*) ja telaluun päästä (*caput*). Runko-osan päällä on lieriönmuotoinen tela (*trochlea*), minkä päällä on nivelpinta sekä sivuilla kaksi sivunivelpintaa, mihin niveltyvät sääriluun sisäkehräs ja pohjeluun ulkokehräs. (Hervonen 2020, 215.) Alemmassa nilkkanivelessä telaluu, kantaluu ja veneluu niveltyvät kahteen eri niveleen (Paulsen & Waschke 2011, 282).

Ylempää nilkkaniveltä tukevat sisäsyryssä sijaitseva kollateraalliligamentti eli sisäsivuside (*ligamentum deltoideum*) ja ulkosyryssä sijaitsevat etummainen

tela-pohjeluunivelside (*ligamentum talofibulare anterius*), takimmainen tela-pohjeluunivelside (*ligamentum talofibulare posterius*) ja kanta-pohjeluunivelside (*ligamentum calcaneofibulare*). Sisäsyryllä olevalla kollateraalliligamentilla on neljä osaa: takimmainen sääriluutelaluuosa (*pars tibiotalaris posterior*), sääriluukantaluuososa (*pars tibiocalcanea*), etummainen sääriluutelaluuosa (*pars tibiotalaris anterior*) ja sääriluu-veneluuosasta (*pars tibionavicularis*). (Paulsen & Waschke 2011, 284.) Kollateraalliligamentit estävät nilkkaa taipumasta sivuille (Hervonen 2020, 216). Nilkan nivelsiteisiin kuuluvat myös pitkät jalkapohjannivelsiteet (*ligamentum plantare longum*). Näiden nivelsiteiden osat alkavat kantaluusta ulottuen sieltä nilkan ja jalkapöydän luihin. (Leppäluoto ym. 2019, 77.)

Alemman nilkkanivelen takaosa muodostuu telaluun ja kantaluun takapinnoille. Niveltä jakaa osittain myös sen etuosan takana oleva tela- ja kantaluun väliside (*ligamentum talocalcaneum interosseum*). Alemman nilkkanivelen etuosa niveltyy telaluuhun ja kantaluun etuosaan. Telaluun pää niveltyy veneluun etuosaan ja liittyy myös sen alaosaan jalkapohjan kanta-veneluusiteellä (*ligamentum calcaneonaviculare plantare*). (Paulsen & Waschke 2011, 282; SKY ry n.d.) Näistä muodostuu toiminnallisesti yksi nivel (Hervonen 2020, 218).

3.2 Alaraajan magneettikuvantaminen

Alaraajalla tarkoitetaan tyypillisesti koko jalkaa lonkasta varpasiin asti (Frothingham 2018). Magneettikuvauksella siitä voidaan tutkia esimerkiksi jänteiden ja ligamenttien repeytymiä, nivelten turvotusta tai alueen verenvuotoa sekä erilaisia murtumia, infektioita ja kasvaimia (Jackson Hospital n.d.) Yleisiä syitä nilkan magneettikuvaukselle ovat esimerkiksi akillesjänteen ongelmat, ligamentin revähdys tai muu vamma, luuytimen poikkeavuus, murtumat ja selittämättömät kivut tai turvotukset (De Ga ym. 2022). Polven alueelta kuvataan paljon varsinkin nivelkierukan traumoja tai kulumavaurioita, ja sen patologia on yksi yleisimmistä tuki- ja liikuntaelimestön magneettikuvausindikaatioista (Lecouvet ym. 2017).

Yleistä magneettikuvantamisesta

Magneettikuvantaminen on kuvausteknologia, jolla tuotetaan yksityiskohtaisia kolmiulotteisia kuvia anatomiasta. Se on non-invasiivista ja sitä käytetään esimerkiksi sairauksien löytämiseen ja diagnosointiin sekä niiden hoidon vasteen selvittämiseen. (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering 2022.) Magneettikuvaus on erityisen käytännöllinen tapa saada yksityiskohtaista kuvaa kehon eri pehmytkudoksista, kuten esimerkiksi lihaksista, selkäytimestä tai aivoista (Yale Medicine n.d.)

Magneettikuvauslaite on suuri, muodoltaan lieriömäinen kone, joka muodostaa vahvan magneettikentän, mikä pakottaa kehon kudosten protonit virittymään (Johns Hopkins Medicine n.d.) Magneettikentän takia kuvaushuoneeseen ei saa viedä magneettisia esineitä. Nykyaikaisten kuvauslaitteiden magneettikenttää pidetään koko ajan toiminnassa suprajohtavilla magneeteilla, vaikka laite olisi muuten sammutettuna. (Vaara ym. 2021.)

Kuvaushuoneen magneettikenttä vahvistuu laitetta lähestyessä, ja se vetää puoleensa esimerkiksi rautaa ja muita magneettisia esineitä (NIBIB 2022). Kaikille potilaille magneettikuvaus ei siis välttämättä sovellu, koska esimerkiksi kehon sisälle asennettu vierasesine voi olla turvallisuusriski (Vaara ym. 2021). Kuvaushuoneeseen ei saa mennä, jos kehossa on jotain magneettisia esineitä. Tällaisia ovat muun muassa rautaa sisältävät implantit, esimerkiksi hermostimulaattorit tai insuliinipumput. Siksi kuvaushuoneeseen meneviltä selvitetään taustatiedot. Kuvauksen aikana huoneessa on kova meteli, joten potilaan kuulo on suojattava. Magneettikentän vaihtelevuus voi myös aiheuttaa hermojen stimuloitumista, josta on hyvä informoida potilasta. (NIBIB 2022.)

Magneettifysiikka

Kuvauksen aikana magneettikuvauslaite antaa radiotaajuuspulsseja, jotka saavat protonit pyörimään ulkoisen magneettikentän vastaisesti. Pulssin loputtua atomit palaavat takaisin alkuasentoonsa, ja kuvauslaite havaitsee niistä

vapautuvan energian. Palautumisessa menevä aika ja vapautuvan energian määrä riippuvat molekyylien kemiallisesta erilaisuudesta. (NIBIB 2022.) Varsinaisen magneettikentän lisäksi laitteessa on käytössä ajan ja paikan suhteen muuttuvia gradienttimagneettikenttiä. Ne ovat varsinaista kenttää heikompia, ja niiden tehtävänä on lisätä signaaliin sijaintitieto. (Vaara ym. 2021.)

Radiotaajuuskelat eli RF-kelat, ovat magneettisesti induktiivisia johdinrakenteita, joilla luodaan ja vastaanotetaan radiotaajuuspulsseja (Kambiz ym. 2010). Ne ovat tärkeä osa magneettikuvauslaitteistoa, koska ne vaikuttavat kuvauksen yhtenäisyyteen, resoluutioon ja herkkyyteen (Gruber ym. 2018). Pulssien lähetys ja niiden vastaanotto tapahtuvat yhdellä tai useammalla RF-kelalla (Kambiz ym. 2010). Signaali kerätään yleensä mahdollisimman lähellä kuvauskohdetta olevalla erillisellä vastaanottavalla kelalla, koska sillä saadaan kerättyä enemmän signaalia vähemmällä häiriöllä (Vaara ym. 2021). Tällöin signaali-kohinasuhde paranee, mikä mahdollistaa kuvauksen korkeammalla tarkkuudella tai ylipäättään nopeammin (Vaara ym. 2021; Kambiz ym. 2010).

Kelan tulee olla suunniteltu yhteensopivaksi kohdealueen geometriseen muotoon ja kuvauksessa käytettäville pulssisekvensseille (Kambiz ym. 2010.) Tavallisesti kelat on valmistettu kovalla ulkorakenteella päällystetyistä kuparilevymateriaaleista. Nykyään myös taipuisat kelat ovat saaneet huomiota muun muassa polven tutkimuksissa, koska niillä voidaan mahdollistaa useampia vaihtoehtoisia kuvausasettoja. (Wang ym. 2022.)

Magneettikuvien muodostamiseen tarvitaan atomiydinten nettomagnetisaatio. Ydinten magneettimomentit ovat normaalisti satunnaisesti suuntautuneita, ja ulkoisella magneettikentällä ne saadaan virittymään kentän suuntaiseen nettomagnetisaatioon. Virittymisen päätyttyä alkaa lepotilaan palaaminen (relaksoituminen). Silloin kudokset luovuttavat energiaa eli vapauttavat signaalia. Kuvauslaite kerää signaalit ja muuntaa ne kuvaksi. (Vaara ym. 2021.) Kuvauksissa käytetyin ydin on vety, koska niitä löytyy ihmiskehosta runsaasti, varsinkin vettä ja rasvaa sisältävistä kudoksista. Se ei sisällä yhtään neutronia, vaan vain yhden protonin, mikä luo ytimelle suuren suhteellisen magneettimomentin. Näin ollen atomiytimellä on spin-ominaisuus, mikä saa sen

virittymään ja pyörimään ulkoisen magneettikentän taajuuden mukaan. (Westbrook & Talbot 2019, 2, 5, 10.)

Erot kudosten relaksaatioajoissa määrittävät sen, miltä sekvenssillä otetut kuvat näyttävät. Sekvenssit ovat kudosten rakenteiden ominaisuuksia korostavia kuvausasetuksia, joiden suunnittelu tapahtuu röntgenhoitajien, sairaalafyysikoiden ja radiologien yhteistyönä. Radiotaajuuspulssien toisto aika (TR) vaikuttaa, kuinka iso osuus nettomagnetisaatiosta kerkeää palautumaan pitkittäissuunnassa lepotilaansa ja lähettämään signaalia ennen uutta pulssia. Pulssin aiheuttaman virittymisen ja signaalinkeräyksen välistä aikaa kutsutaan kaikuajaksi (TE). Nettomagnetisaation pitkittäistä relaksaatiota sanotaan T1-relaksaatioksi ja poikittaista T2-relaksaatioksi. Kuvia voidaan painottaa myös protonitiheyden (PD) mukaan. (Vaara ym. 2021.) PD poikkeaa T1- ja T2-painotuksista siten, että se kertoo kuva-alueella olevien ydinten määrästä, eikä niiden magneettisista ominaisuuksista. PD-painotettu kuva saavutetaan T1- ja T2-kontrasti minimoimalla. (Abdulla 2021.)

TR- ja TE-aikoja muuttamalla saadaan kuvaa painotettua eri tavalla ja luotua kontrastia kudosten välille. T1-kuvissa rasva näyttää kirkkaalta ja vesi tummalta. T2-kuvissa rasva ja vesi näyttävät molemmat kirkkailta. (Vaara ym. 2021) PD-kuvassa rasva näyttää kirkkaalta. Veden signaali on juuri tumman ja kirkkaan keskikohdasta. (Abdulla 2021.) PD-kuvissa rustopinnat erottuvat paremmin. Kuvista voidaan myös poistaa tietyn kudoksen signaali, jotta muu kudos saadaan näkymään paremmin. Esimerkiksi T1-kuvasta voidaan poistaa rasvan signaali, jotta kontrasti- eli tehosteaine näkyy paremmin. Magneettikuvauksessa käytettävä tehosteaine on gadolinium-pohjaista, ja sen T1-relaksaatioaika on suhteellisen lyhyt. Sitä käytetään yleensä sekvensseissä, joissa vesi ja rasva näyttävät tummalta, jotta tehostuvat alueet erottuvat muista rakenteista. (Vaara ym. 2021.)

3.3 Pedagogiikka

Hyvä oppimistehtävä on osa oppimisprosessin kokonaisuutta. Tämä on opettajan keino pedagogisesti ohjata oppilaita asetettujen tavoitteiden

suuntaan. Hyvässä oppimistehtävässä on selkeä viestintä, se herättää kiinnostuksen aiheeseen sekä aktivoi ja motivoi oppijaa. Selkeällä viestinnällä tarkoitetaan sitä, että tehtävän anto on ymmärrettävä, ja lauseet ovat silloin lyhyitä ja yksinkertaisia. Oppimiseen innostavassa oppimistehtävässä näkyy sisältöä kuvaava otsikko, tavoitteet, materiaalit, tehtävänanto ja työskentelyohje. (Puustinen 2023.)

Oppimiseen innostavassa oppimistehtävässä otsikko pitää kuvata sisältöä kuvaavasti, koska sillä voidaan lisätä mielenkiintoa aiheeseen sekä motivaatiota oppimiseen. Myös kysymysmuotoiset otsikot ovat hyviä, sillä ne voivat aktivoida ajattelua. Oppimistehtävän tavoitteet on tärkeä kuvata, sillä se tarjoaa opiskelijalle perustelut siihen, miksi tehtävä on merkityksellinen. Tavoitteiden kuvaaminen saa myös opiskelijan ajattelemaan, millaista osaamista tehtävällä saavutetaan, ja voi mahdollistaa opiskelijaa muodostamaan sille painoarvoa omassa yksilöllisessä oppiprosessissaan.

Materiaalit ja niiden hankintatavat on myös tärkeä mainita. Tehtävään osoittavat materiaalit voivat luoda opiskelijalle hallinnan ja varmuuden tunnetta tehtävän tekemiseen. Tehtävänanto kirjataan tehtävään mahdollisimman yksinkertaisesti ja konkreettisesti. Sen voi myös vaiheistaa eli kirjata ohjaavaksi, prosessimaiseksi työskentelyohjeksi eli miten tehtävässä kannattaa edetä. Työskentelyohjeen avulla opiskelija voi tuntea itsensä aikaansaavaksi ja tehtävä etenee, mikä voi tukea opiskelijan kyvykkyyden tunnetta ja motivoida oppimaan. (Puustinen 2023.)

E-oppimateriaali tarkoittaa oppimateriaaliksi tarkoitettua sisältöä, joka on saatavana verkossa. Sen tavoitteena on tukea oppijan tietoista ajattelua ja aktiivista toimintaa. Oppimateriaalin pedagoginen laatu on oppimateriaalin tekijöiden osaamisen yhteistuotosta, missä yhdistyvät oppimisen kannalta keskeinen sisältö sekä tehtävät, mitkä on esitetty visuaalisesti mielekkäällä tavalla sekä hyvin toteutettuna ja teknillisesti toimivana kokonaisuutena. E-oppimateriaaleja ovat esimerkiksi oppikirjojen oheismateriaalit ja itsenäiset verkkokurssit. (Opetushallitus 2025.)

E-oppimateriaaleja ryhmitellään materiityypin perusteella. Oheisaineisto määritellään toisena oppimateriaalina esimerkiksi verkkoon laitettuina oppikirjan lisätehtävinä tai syventävänä materiaalina. E-oppimateriaalin laadulla tarkoitetaan oppikirjan soveltumista luontevasti opetus- ja opiskelukäyttöön tukien opetusta sekä oppimista pedagogista lisäarvoa tarjoten. Pedagogisella lisäarvolla tarkoitetaan esimerkiksi uudenlaisen yhteisöllisyyden ja jakamisen käytäntöjä, uudenlaisia tiedon käytön ja kehittämisen keinoja tai monipuolisempia mahdollisuuksia tehtävien tekemiseen. (Opetushallitus 2025.)

E-oppimateriaali on toiminnallisesti hyvä ollessaan teknillisesti helppokäyttöinen ja ulkoasultaan sisällöllisiä sekä pedagogisia tavoitteita tukeva. Laadukkaan e-oppimateriaalin piirteet pedagogisen tutkimuksen pohjalta ovat oppimateriaalin joustava käyttö oppilaan kiinnostuksen, tarpeiden ja tason mukaan, opittavan ilmiön ydinasioihin keskittyminen, oppimisen taitojen kehityksen tukeminen ja yhteisöllisen, pitkäjänteisen työskentelyn tukeminen sekä oppijan ajattelun aktivoiminen. (Opetushallitus & tekijät 2012, 9–10.)

Lääketieteen erikoiskieli

Erikoiskielellä tarkoitetaan jonkin tieteen-, ammatti- tai harrastealan kielimuotoja, joiden luonteenomaisin osa on yleiskielestä eriytynyt sanasto. (Blomfeldt 2008, 13). Erikoiskieli on tärkeä työkalu työmaailmassa, koska se vaikuttaa toimintaympäristöön esimerkiksi tietoa jakaessa toisten toimijoiden kanssa, kirjoittaessa asiakirjoja ja artikkeleita, kehittäessä digitaalisia palveluita ja luentoja sekä esityksiä esittäessä. (Sanastokeskus 2020.) Erikoiskielen tarkoituksena on taata, että erikoisalalla toimivat ymmärtävät toisiaan alaan liittyvissä viestintätilanteissa. Erikoiskielelle on tyypillistä tiettyjen termien käyttö. (Sanastokeskus n.d.) Termistöllä tarkoitetaan termijoukkoa, joka koostuu erikoisalan käyttämistä termeistä (Blomfeldt 2008, 13). Lääketieteen erikoiskieli tukeutuu kreikkalaisiin tai latinalaisiin termeihin kaikkialla maailmassa. Termien tunteminen on myös välttämätöntä kansainvälisen viestinnän mahdollistamiseksi. (Blomfeldt 2008, 24–25.)

4 Opinnäytetyön toteutus

4.1 Kehittämistyön malli

Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistyön lineaarisella mallilla. Sillä tarkoitetaan rationaalista ja loogista järjestystä, missä opinnäytetyön eteneminen ja lopputulos on tarkasti ennakoitu. Kehittämistoimintaa ei kuitenkaan ole mahdollista tehdä realistisesti täydellisellä lineaarisuudella, vaan vaiheet voivat olla samanaikaisia tai liittyä toisiinsa. Käytettävä malli etenee seuraavasti: (1) nykykäytännön kehittämistarpeiden tunnistaminen, (2) ideointivaihe, (3) suunnitteluvaihe, (4) toteutusvaihe, (5) tulos ja tuotos, (6) arviointivaihe ja (7) päätösvaihe eli tulosten implementointi ja levittäminen. (Salonen ym. 2017, 52.) Kehittämistyön menetelminä käytettiin keskustelua edistäviä välineitä, kuten dialogista keskustelua ja tiimityötä. Menetelmissä on kyse työskentelytavoista, joilla päästään tavoitteisiin. (Salonen ym. 2017, 55.)

4.2 Kehittämistyön eteneminen ja aikataulu

Röntgenhoitajaopiskelijoiden magneettiosaamisen kurssilla havaittiin kiinnostusta anatomian oppimista helpottavalle oppimateriaalille, minkä tuloksena opinnäytetyön ideointivaiheessa kehittämistyöksi valikoitui magneettianatomian lihasten ja jänteiden oppimista edistävä oppimateriaali. Syksyllä 2024 suunnitteluvaiheessa oppimateriaalin aihe rajattiin kahteen kohteeseen: polveen ja nilkkaan. Opinnäytetyön suunnitelmaan kirjoitettiin jo aiheen teoriaa alustavasti sekä projektin tarkoitus ja tavoitteet. Sitä laadittiin joulukuuhun 2024 asti. Tammikuussa 2025 suunnitelman pohjalta alettiin toteuttamaan opinnäytetyön julkaistavaa kirjallista osuutta. Helmikuussa 2025 opinnäytetyön kirjallisen osuuden valmistelun loppupuolella aloitettiin tehtäväkirjan tekeminen.

Tehtäväkirjan valmisteleminen käytiin dialogista keskustelua useaan otteeseen, niin videopuheluilla kuin kirjallisesti viestien kautta. Keskusteluissa sovittiin siitä, millaisia tehtäviä kirjaan tulee, missä järjestyksessä aiheita

lähdetään käsittelemään ja minkä verran tehtäviä kirja tulisi sisältämään. Pohdittiin, mikä tekee kirjasta oppimista helpottavaa ja minkälainen sisältö edistäisi kirjan tavoitteita. Kirjan tehtävien rungon suunnittelun jälkeen aiheet jaettiin osiin, ja aloitettiin tehtävien laatiminen.

Ensimmäisenä luotiin tiedosto tehtäväkirjalle, ja luonnosteltiin suunnitelman mukaiset kohdat laadittaville tehtäville. Maaliskuussa 2025 aloitettiin tehtävien työstiminen, ja arvioitiin jo laadittua materiaalia kirjan tavoitteiden näkökulmasta, jotta lopullinen tuotos olisi etukäteen valittujen kriteerien mukainen. Tehtäväkirja päätettiin tehdä heti valmiilla vastauksilla, ja poistaa vastaukset valmiista tuotoksesta.

Maaliskuussa 2025 päädyttiin tekemään tehtäväkirjaan ensin kertaosio, missä kerrattaisiin lyhyesti magneettikuvantamista sekä painotusten vaikutusta magneettikuviin. Kertaosiossa on esimerkkikuvat magneettikuvista sekä magneettikuvia eri painotuksilla. Kertaosioon sisällytettiin myös kysymyksiä painotuksista, jänteistä ja lihaksista. Päätettiin myös suomi-latina-termistötehtävien teosta, ja jaettiin ne erillisiin osioihin polveen ja nilkkaan tehtäväkirjan tekemisen selkeyttämiseksi. Lihakset, jänteet, luut ja ligamentit jaettiin omiin tehtäväkohtiinsa edellä mainitun järjestyksen mukaisesti. Tehtävämallina käytettiin yhdistämistehtävää, missä yhdistetään oikea latinankielinen anatomian termi suomenkielisen termin kohdalle.

Huhtikuussa 2025 tehtiin tekijöiden alkusanat ja materiaalivinkit sekä polven ja nilkan magneettianatomian tehtävät. Tekijöiden alkusanoissa selostettiin, miksi anatomian tietämys on tärkeää röntgenhoitajan työssä, minkä lisäksi kerrottiin tehtäväkirjan tavoitteita ja sisältöä lyhyesti. Materiaalivinkeihin laitettiin tehtävien tekemistä helpottavia sivustoja. Polven ja nilkan magneettianatomian tehtävien tekeminen jaettiin opinnäytetyön tekijöiden kesken niin, että toinen etsi anatomiset kuvat kaikista kolmesta leikesuunnasta, ja toinen editoi kuvat sekä teki niistä tehtävät kirjaan.

Joka sivulle laitettiin yksi varsinainen, nimettävät kohteet sisältävä kuva, jonka lisäksi sivulle lisättiin apukuva leikkeen sijainnista. Kuviin lisättiin anatomisiin kohteisiin osoittavat viivat, ja kohde numeroitiin. Tehtävässä on tarkoitus nimetä

numeroidun viivan osoittama anatominen kohta joko suomen kielellä tai latinan kielellä. Nimettävät kohteet pyrittiin jakamaan siten, että kuvassa on vain yhdenlaista kohdetta kerrallaan (esimerkiksi vain jänteitä). Nilkan kohdalla tehtiin poikkeus, ja yhdistettiin lihakset ja jänteet samalle sivulle, koska lihaksia nilkan alueella on vähemmän kuin polvessa.

Huhtikuun 2025 loppupuolella tehtäväkirjaan saatiin parannusehdotuksia, missä ehdotettiin lihasten kiinnittymis- ja lähtökohtiin liittyvien tehtävien lisäystä kirjaan. Tehtäväkirjaan lisättiin sekä polvesta että nilkasta kolmiulotteiset kuvat, jossa tehtävänantona on tunnistaa, mikä lihas lähtee tai kiinnittyy luihin merkitystä kohteesta. Nivelten alueilta oleviin luukuviin merkattiin eri värikoodein nämä kiinnittymis- ja lähtökohdat. Punaisella merkityt kohdat luussa tarkoittavat lihasten lähtökohtaa ja sinisellä merkatut kiinnittymiskohtaa.

Toukokuun 2025 alussa saatiin sekä tehtäväkirjan vastaukset että tehtäväkirja valmiiksi. Lopulliseksi sivumääräksi tuli 65 sivua. Valmiissa tehtäväkirjassa päädyttiin rakenteeseen, jossa ensimmäisenä on tekijöiden alkusanat ja materiaalivinkit tehtävien tekemiseen. Sen jälkeen kirjassa on muutama tehtävä sivu, jossa on lyhyesti teorian kertausta magneettikuvien kera. Tehtäväkirjassa päädyttiin käsittelemään joka tehtävätyypin kohdalla ensin polvi ja sitten nilkka. Tehtävät kuitenkin noudattavat samaa kaavaa. Sitten kirjassa on vuorossa polven suomi-latina-termistötehtävät ja lihasten kiinnittymis- sekä lähtökohtatehtävät. Näiden jälkeen ovat vielä anatomian tehtävät. Nilkan tehtävät noudattavat samaa järjestystä.

5 Pohdinta ja arviointi

5.1 Opinnäytetyöprosessi

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda helppokäyttöinen oheismateriaali magneettianomiasta röntgenhoitajaopiskelijoille, ja siten edistää heidän oppimistaan, koska röntgenhoitajan on tärkeää osata tunnistaa ihmiskehon anatomisia kohteita (The Society & College of Radiographers n.d.) Tarve oheismateriaaliin oli havaittu ammattikorkeakoulun magneettikuvantamisen kurssin aikana. Näiden syiden perusteella opinnäytetyön aiheeksi valikoitui magneettikuvantamisen anatomia, ja suunnitteluvaiheessa se rajattiin polvi- ja nilkkaniveleen. Oheismateriaali tehtiin niin, että uuden tiedon oppiminen tapahtuisi käytännöllisesti ja selkeästi osio kerrallaan. Oheismateriaalien tehtävät sekä sisältö on tehty oppimista innostavalla tavalla.

Opinnäytetyön aiheen rajausta ja laajuutta vaikuttavat syksyllä 2024 laaditun suunnitelman mukaisilta. Kirjallisen osion taustateoria kattaa suunnitellut nivelet, ja aiheessa pysytään. Oppimista innostavien tehtävien toteutus on tehty lähteiden mukaisesti, mikä vakiinnuttaa laatua tehtävien rakenteessa ja selkeydessä. Tehtäväkirjan eli opinnäytetyön tuotoksen anatomia- ja termistötehtävät käsittelevät pääasiassa lihaksia ja jänteitä, mutta mukaan on sisällytetty suunnitellusti myös muuta kohdealueen anatomiaa, kuten luita ja ligamenteja. Nämä tehtävät auttavat hahmottamaan kirjallisen osion taustateoriaa käytännössä sekä vahvistavat röntgenhoitajan työssä tarvittavan ammattitermistön osaamista. Tähän on pyritty siten, että sivuilla ei olisi liikaa tietoa, vaan uutta opittavaa tulisi pienemmissä erissä.

Alaraajan magneettianomiatehtäväkirjan lopulliseksi sivumääräksi tuli 65 sivua. Sivumäärä on melko suuri, mutta se mahdollistaa magneettikuvien selkeyden tehtävissä. Kuvat on laitettu kirjaan tarkoituksella suuriksi, jotta kohteet erottaisiin toisistaan helpommin. Tavoitteena oli muutenkin tehdä kirjasta mahdollisimman selkeä, jotta oppiminen olisi mielekästä.

Tekijöiden alkusanoissa kuvataan magneettianatomian osaamisen tärkeyttä sekä annetaan yleiskuva siitä, mihin oheismateriaali on tarkoitettu ja mikä on sen tavoite. Tekijöiden alkusanojen lukeminen antaa oppijalle ymmärrystä, miksi oppimisen aihe on tärkeä. Tehtäväkirjan alussa on vinkkejä erilaisista materiaaleista, joita voi käyttää tehtävien tekemiseen. Tämä mahdollistaa oppijaa käyttämään luotettavia lähteitä tehtävien tekemiseen sekä tekee tehtävien aloittamisesta helpompaa, kun materiaalivinkit ovat valmiiksi annettu.

Tehtäväkirjan alussa olevat kertaosiot magneettikuvauksen teoriasta, esimerkkikuvista ja painotuksista sekä niihin liittyvistä tehtävistä muistuttavat oppijaa oppitunneilla käydyistä asioista. Nämä myös valmistavat oppijaa varsinaisten tehtävien tekemiseen. Kirja on aloitettu siksi näistä tehtävistä, koska ne mahdollistavat oppijalle oivaltamisen tunteita ja varmuutta ennen varsinaisten tehtävien aloittamista.

Termistötehtävät polven ja nilkan kohdissa on tehty yhdistämistehtäväksi. Anatomisten kohteiden jakaminen omiin taulukoihinsa selkeyttää ja innostaa sanaston oppimista. Termistötehtävän avulla pystytään kertaamaan termejä, joita on käyty aikaisemmin sekä tutustumaan uusiin. Termistötehtävä siten myös avaa oppijalle termejä, joita kysytään magneettianatomian tehtävissä. Kuitenkaan kaikkia termejä ei olla käytetty, jotta oppijaa haastetaan etsimään tietoa enemmän, ja tutustumaan esimerkiksi materiaalivinkkeihin.

Polven lihasten kiinnittymiskohta- ja lähtökohtatehtävän sekä nilkan lihasten kiinnittymiskohtatehtävän tarkoitus on hahmottaa oppijalle paremmin, mistä lihakset lähtevät ja mihin ne kiinnittyvät näillä alueilla. Nämä tehtävät haastavat oppijaa kertaamaan aikaisemmilla kursseilla käytyä anatomiaa sekä etsimään tietoa materiaalivinkkien avulla. Tehtävät myös valmistavat oppijaa entisestään seuraaviin magneettianatomian tehtäviin.

Magneettianatomian tehtävissä polven ja nilkan kohdalla on olemassa toisto samoista anatomisista kohteista eri tehtäväkohdissa. Toistuvuus tehtävissä ei kuitenkaan ole huono asia, vaan mahdollistaa oppijalle sekä kertausta että ymmärrystä siitä, miltä samat anatomiset kohdat näyttävät magneettikuvissa eri kuvaussuunnista sekä eri kohdista samassa kuvaussuunnassa. Tehtävän

ajatellaan lisäävän oppijan anatomian tuntemusta, ja saman kohteen näkeminen useassa kohtaa auttaa ymmärtämään, mistä esimerkiksi jokin jänne kulkee.

Oheismateriaali tehtiin Word-tiedostoon, mikä mahdollistaa tehtävien tekemisen tietokoneella tai halutessaan tulostettuna paperille. Tämä mahdollistaa oppijalle vaihtoehtoja tehtävien tekemiseen omalla tavallaan. Oheismateriaalin voi myös tallentaa tietokoneelle, mikä mahdollistaa oppijaa palaamaan materiaalin pariin myös myöhemmin sitä tarvitessaan.

Opinnäytetyön toteuttamiseen valittiin kehittämistyön lineaarinen malli. Kyseisessä mallissa siis edetään loogisesti tarkasti määritellyllä järjestyksellä lopputuloksen ollessa ennakoitu, vaikka kehittämistoimintaa ei olekaan mahdollista tehdä täydellisellä lineaarisuudella. Kehittämistyön menetelminä ovat esimerkiksi dialoginen keskustelu ja tiimityö. (Salonen ym. 2017, 55.) Opinnäytetyön tekemisessä pyrittiin siis noudattamaan tätä mallia, ja sen voidaan katsoa menneen mallin aiemmin esiteltyjen vaiheiden mukaisesti. Osittain vaiheiden välillä on mahdollisesti ollut pieniä päällekkäisyyksiä, mutta järjestys on kuitenkin noudattanut mallin vaiheita. Esimerkiksi suunnitteluvaihe kesti ajateltua pidempään, mutta toteutusvaiheesta keskusteltiin jo sen aikana. Koko opinnäytetyöprosessin ajan tekijät ovat kysyneet mielipiteitä toisiltaan, ja käyneet dialogista keskustelua niin puhelimitse kuin palaverien muodossa.

5.2 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön tekemisessä on noudatettu Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) hyvää tieteellistä käytäntöä (HTK). Sen peruseriaatteisiin kuuluvat arvostus, luotettavuus, rehellisyys ja vastuunkanto. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023.) Opinnäytetyön tehtävänä on edistää opiskelijan ammatillista kehittymistä ja asiantuntijuutta. Opinnäytetyöntekijä on vastuussa työn eettisyydestä. (Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto ry 2025.)

Opinnäytetyön lähteiden laatua, käyttökelpoisuutta ja luotettavuutta on arvioitu Turun ammattikorkeakoulun ohjeiden mukaisesti muun muassa lähteen

alkuperää tai julkaisukanavaa tarkastelemalla, ja ne on merkattu siten, että lukija tietää esitetyn tiedon alkuperän (Turun ammattikorkeakoulu 2024). Muiden tekemiin julkaisuihin, joita on käytetty työssä lähteinä, on viitattu asianmukaisesti (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023). Lähteiden kattavuutta on lisätty käyttämällä erityyppisiä lähteitä, joissa on käsitelty tietoa sekä yleisemmällä tasolla että yksityiskohtaisemmin. Suositeltavia lähteitä ammattikorkeakouluopiskelijalle ovat tieteelliseen tutkimukseen perustuvat lähteet (esimerkiksi vertaisarvioidut tutkimusartikkelit), asiantuntijoiden tuottama tieto ja viralliset tiedonlähteet. (Haaga-Helia University of Applied Sciences 2025.)

5.3 Kehittämisehdotukset

Uutena kehittämistyönä voisi toteuttaa samankaltaista oppimateriaalia sisältävän tuotoksen kehon eri kohteista, mitä ei tässä opinnäytetyössä käsitelty. Tuotettavan materiaalin voisi antaa kokeiltavaksi myös opiskelijoille, ja kerätä heiltä palautetta tehtävistä ja materiaalin toimivuudesta. Silloin saataisiin todenmukainen kuva siitä, täyttääkö tuotettu oppimismateriaali sille asetetut tavoitteet.

Lähteet

Abdulla, S. 2021. T1, T2 and PD weighted imaging. Radiology Café. Viitattu 29.4.2025. [T1, T2 and PD weighted imaging - Radiology Cafe](#)

Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto ry. Arene ry. 2025.
Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Pdf-tiedosto.
Viitattu 18.2.2025. [AMMATTIKORKEAKOULUJEN OPINNÄYTETÖIDEN EETTISET SUOSITUKSET 2025.pdf](#)

Bell, D. 2021. Peroneus tertius muscle. Radiopedia. Viitattu 27.04.2025.
<https://radiopaedia.org/articles/peroneus-tertius-muscle>

Blomfeldt, M. 2008. Missä määrin lääketieteen termit ovat omaperäisiä? Ruotsin ja Suomen lääketieteen kielen terminologian kontratiivistä tarkastelua sekä suomen ruotsin ja saksan kielen sanasto. Vaasan yliopisto. Nykysuomen ja kääntämisen laitos. Nykysuomen Pro gradu -tutkielma. Viitattu 03.04.2025.
https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/3339/osuva_2508.pdf?sequence=1

De Ga, K.; Noblett, D. & Bateni, C. 2022. Ankle MRI and preceding radiographs: an evaluation of physician ordering practices. Springer Nature Link. Viitattu 2.12.2024. [Ankle MRI and preceding radiographs: an evaluation of physician ordering practices | Skeletal Radiology](#)

Frothingham, S. 2018. Lower Extremity: Definition and Anatomy. Healthline. Viitattu 2.12.2024. [Lower Extremity: Definition and Anatomy](#)

Gruber, B.; Froeling, M.; Leiner, T. & Klomp, D. 2018. RF coils: A practical guide for nonphysicists. Journal of Magnetic Resonance Imaging. Viitattu 29.1.2025. [RF coils: A practical guide for nonphysicists - PMC](#)

Haaga-Helia University of Applied Sciences. 2025. Näin haet tietoa: Valitse luotettava lähde. LibGuides. Viitattu 1.3.2025. [Valitse luotettava lähde - Näin haet tietoa - LibGuides at Haaga-Helia University of Applied Sciences](#)

Hervonen, A. 2020. Tuki- ja liikuntaelimityn anatomia. Tampereen Kandidaattikoulutus Oy. Tampere.

Jackson Hospital. n.d. MRI of the Lower Extremity (Hip, Femur, Knee, Tibia/Fibula, Ankle, Foot/Toes). Viitattu 2.12.2024. [MRI of the Lower Extremity \(Hip, Femur, Knee, Tibia/Fibula, Ankle, Foot/Toes\) | Jackson Hospital](#)

Johns Hopkins Medicine. n.d. Magnetic Resonance Imaging (MRI). Viitattu 18.11.2024. [Magnetic Resonance Imaging \(MRI\) | Johns Hopkins Medicine](#)

Kambiz, A.; Bangerter, N.; Watkins, R. & Gold, G. 2010. Radiofrequency Coils for Musculoskeletal Magnetic Resonance Imaging. Topics in MRI. Viitattu 19.11.2024. [Topics in Magnetic Resonance Imaging](#)

Lecouvet, F.; Van Haver, T.; Acid, S.; Perlepe, V.; Kirchgesner, T.; Vande Berg, B.; Triqueneaux, P.; Denis, M.-L.; Thienpoint, E. & Malghem, J. 2017. Magnetic resonance imaging (MRI) of the knee: Identification of difficult-to-diagnose meniscal lesions. ScienceDirect. Viitattu 19.11.2024. [Magnetic resonance imaging \(MRI\) of the knee: Identification of difficult-to-diagnose meniscal lesions - ScienceDirect](#)

Leppäluoto, J.; Rintamäki, H.; Vakkuri, O.; Vierimaa, H. & Lauri, T. 2019. Anatomia ja fysiologia, Rakenteesta toimintaan. Sanoma Pro Oy. Helsinki.

National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (NIBIB). 2022. Magnetic Resonance Imaging (MRI). Viitattu 19.11.2024. [Magnetic Resonance Imaging \(MRI\)](#)

Opetushallitus. 2025. E-oppimateriaalin laatukriteerit. Viitattu 10.4.2025 <https://www.oph.fi/fi/julkaisut/e-oppimateriaalin-laatukriteerit>

Opetushallitus. & Tekijät. 2012. Laatus e-oppimateriaaleihin, E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Viitattu 2.4.2025. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatus_e-oppimateriaaleihin_2.pdf

Paulsen, F. & Waschke, J. 2011. 15. painos. Sobotta, Atlas of human anatomy, General anatomy and musculoskeletal system. Elsevier GmbH. Urban & Fisher. München, Saksa.

Pohjolainen, T. 2024. Polven nivelrikko. Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 5.4.2025. [Polven nivelrikko - Terveyskirjasto](#)

Puustinen, S. 2023. Oppimiseen innostavat oppimistehtävän muotoilu. Karelia-ammattikorkeakoulu. Joensuu. Viitattu 8.4.2025.

<https://www.karelia.fi/2023/02/oppimiseen-innostavan-oppimistehtavan-muotoilu/>

Saarinen, T.; Koivula, M.; Ruotsalainen, H.; Wärnä-Furu, C. & Salminen, L. 2018. Terveystieteen opettajan käsikirja. 1. painos. Tietosanoma.

Salonen, K.; Eloranta, S.; Hautala, T.; Kinos, S. 2017. Kehittämistoiminta ja kehittämisen menetelmiä ammatillisessa korkeakoulutuksessa. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 108. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Sanastokeskus n.d. Mitä terminologinen sanastotyö on ja mihin sitä tarvitaan? Sanastokeskus ry. Helsinki. Viitattu 08.04.2025.

https://sanastokeskus.fi/tsk/fi/mita_terminologinen_sanastoty_o_on_ja_mihin_sita_tarvitaan-8.html

Sanastokeskus. 2020. Käsitä käsitteet, tartu termiin- perehdytys sanastotyön perusteisiin. PDF-tiedosto. Sanastokeskus ry. Helsinki. Viitattu 07.04.2025.

https://sanastokeskus.fi/tiedostot/kurssit/perehdytys_sanastotyohon.pdf

Suomen Kampurajalkayhdistys ry. SKY ry. n.d. Lääketieteellistä sanastoa.

Viitattu 1.2.2025. [Lääketieteellistä sanastoa - Suomen Kampurajalkayhdistys ry](#)

The Society & College of Radiographers. n.d. The role of the radiographer in Magnetic Resonance Imaging. Viitattu 1.12.2024.

[magnetic resonance imaging info a4.pdf](#)

Turun ammattikorkeakoulu. 2024. Turun AMK:n oma lähdemerkintäohje. Pdf-tiedosto. Viitattu 1.3.2025. [tuas365.sharepoint.com/sites/Messi-](https://tuas365.sharepoint.com/sites/Messi-Opiskelija/Shared Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2FMessi-)

[Opiskelija/Shared Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2FMessi-](#)

[Opiskelija%2FShared](#)

[Documents%2FOpinnäytetyö%2FLähdemerkintäohjeet_TurkuAMK%2Epdf&parent=%2Fsites%2FMessi-Opiskelija%2FShared_Documents%2FOpinnäytetyö](#)

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Pdf-tiedosto. Viitattu 27.2.2025. [Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa](#)

Vaara, S.; Syväranta, S. & Peltonen, J. 2021. Magneettikuvauksen ABC: T1, T2, fat sat, DWI ynnä muut. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. Viitattu 29.1.2025. [Magneettikuvauksen ABC: T1, T2, fat sat, DWI ynnä muut](#)

Wang, B; Siddiq, S; Walczyk, J.; Bruno, M.; Khodorahmi, I.; Brinkmann, I.; Rehner, R.; Lakshmanan, K.; Fritz, J. & Brown, R. 2022. A flexible MRI coil based on a cable conductor and applied to knee imaging. Scientific Reports. Viitattu 18.11.2024. [A flexible MRI coil based on a cable conductor and applied to knee imaging | Scientific Reports](#)

Westbrook, C. & Talbot, J. 2019. MRI in practice. 5. painos. Wiley.

Yale Medicine. n.d. Magnetic Resonance Imaging (MRI). Viitattu 19.11.2024. [Magnetic Resonance Imaging \(MRI\) > Clinical Keywords > Yale Medicine](#)