



# Murtumien sekundaaripreventio lapsilla

Riittääkö kalsium-, D-vitamiini- ja elämäntapaohjeistus murtumien ehkäisyyn toistuvasti murtumia saaneilla lapsilla?

Päivi Turunen  
OPINNÄYTETYÖ  
Huhtikuu 2022

Sosiaali- ja terveysalan ylempi ammattikorkeakoulututkinto  
Terveystieteiden ylempi tutkinto-ohjelma  
Terveystieteiden tutkimus

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Terveyden edistäminen ylempi tutkinto-ohjelma  
Terveyden tutkimus

TURUNEN, PÄIVI:

Murtumien sekundaaripreventio lapsilla.

Riittääkö kalsium-, D-vitamiini- ja elämäntapaohjeistus murtumien ehkäisyyn toistuvasti murtumia saaneilla lapsilla?

Opinnäytetyö 100 sivua, joista liitteitä 7 sivua

Huhtikuu 2022

---

Murtumia on runsaasti lapsuusiässä. Vuoden 2005 murtumatutkimuksessa Helsingin lasten ja nuorten sairaalassa tarkasteltiin toistuvia tai epätyypillisiä murtumia saaneiden lasten luustonterveyttä. Nyt tehdyn seurantatutkimuksen tarkoituksena ja tavoitteena oli selvittää, onnistuttiinko murtumatutkimuksessa annetulla ohjeistuksella D-vitamiinin ja kalsiumin saannin sekä elämäntapojen suhteen katkaisemaan murtumien kierre ja miten luuston terveys kehittyi. Tutkimuskysymys: riittääkö kalsium-, D-vitamiini- ja liikuntaan kannustava elämäntapaohjeistus uusien murtumien ehkäisyyn toistuvia murtumia saaneilla lapsilla vai syntyikö uusia murtumia. Tutkimuksessa tarvittavat tiedot, mm. uudet murtumat, kehon D-vitamiinipitoisuus, luuston mineraalitiheyden kehitys ja seuranta-ajan pituus, haettiin lasten potilastiedoista ja analysoitiin tilastollisin menetelmin.

Tutkimuksessa oli 68 lasta. Murtumakierre katkesi suurella osalla. Kehon D-vitamiinipitoisuudessa ja luuston tiheydessä havaittiin tilastollisesti merkittävää muutosta. Ohjauksesta huolimatta D-vitamiinipitoisuudessa ja luuston tiheydessä havaittiin kliinisesti vain hienoista kohentumista, vaikka tilastollisesti muutos olikin merkittävä. Ensimmäisessä kontrollissa vielä 13 lapsen (19 %) S-D-25 pitoisuus oli alle suositellun 50nmol/L. Yhteensä kolmesta tutkittavasta oli saanut kaikkiaan 15 uutta murtumaa, kun tietoa kerättiin tätä tutkimusta varten syksyllä 2021. Murtumista 4 syntyi liikenneonnettomuudessa, 11 erilaisissa aktiviteeteissa, pienen tai keskisuuren energian vammoissa.

Tutkimustuloksen perusteella voidaan päätellä, että etenkin lähtötilanteessa heikoimman luuston terveydentilan omaaneet hyötyivät annetusta ohjauksesta. Tulosten luotettavuus olisi syytä varmistaa suuremmalla otannalla, tämän päivän D-vitamiinin saantisuositus ja -mahdollisuus huomioiden, sillä saantisuosituksia muutettiin ja maitotuotteiden ja ravintorasvojen D-vitamiinointia lisätiin vuonna 2010. Tutkimuksen tekemiseen on käytetty arkaluontoisia henkilöiden terveystietoja, mutta tulokset esitetään niin ettei yksittäistä henkilöä voi tunnistaa aineistosta.

---

Asiasanat: lapset, luustonterveys, murtumat, D-vitamiini, kalsium, liikunta

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Master's Degree Programme in Health Promotion

PÄIVI TURUNEN

Secondary Prevention of Fractures in Children.

Could an Ordinary Counselling of Vitamin D and Calcium Intake and of Physical Activity Help to Prevent New Fractures in Children with Recurrent Fractures

Master's thesis 100 pages, appendices 7 pages

April 2022

---

Fractures are common in childhood. All fractures are not explained with genetics but could be caused by lifestyle factors and nutritional deficits.

The aim was to investigate if clinical counselling of vitamin D and calcium intake and of physical activity is successful in preventing new fractures in children with recurrent fractures (N=68 children).

This thesis research was quantitative and epidemiological, and a follow-up study to a fracture research project conducted in Helsinki at Children's Hospital in 2005.

The follow-up data were collected from children's medical reports at Children's Hospital. The follow-up data together with baseline data were analyzed with statistical IBM SPSS software.

Vitamin D concentration remained lower than the recommended 50 nmol/l in 44,8% of those with follow-up data (N=29). In all, 19% (N=13) of the total cohort (N=68) sustained altogether 15 new fractures. However, there was a statistically significant difference, a slight improvement in both vitamin D status and bone mineral density in hip and lumbar area from baseline to follow-up ( $p < 0.05$ ).

The results suggest that the ordinary lifestyle counselling should be considered in preventing fractures in children. Due to the small cohort size this could be seen as a pilot study. Further studies are needed to confirm this research result.

---

Key words: children, fracture, vitamin D, calcium, bone mineral density

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT .....	9
	2.1. Luuston terveyteen vaikuttavat ja murtumille altistavat tekijät.....	10
	2.1.1. Kalsium .....	12
	2.1.2. D-vitamiini.....	14
	2.1.3. Fyysinen kuormitus, liikunta ja urheilu .....	17
	2.1.4. Murtumat .....	18
	2.1.5. Osteoporoosi .....	20
	2.2. Luuston terveyden tarkastelu ja arviointi .....	22
	2.2.1. Biokemialliset analyysit .....	23
	2.2.2. Kuvantaminen .....	25
	2.2.3. Elintavat ja murtuma historia .....	26
3	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	28
4	MENETELMÄT .....	30
	4.1. Tutkimusaineisto .....	30
	4.2. Aineiston keruu ja aikataulu .....	32
	4.3. Aineiston hallinta ja analysointi .....	35
	4.3.1. Aineiston hallinta .....	36
	4.3.2. Aineiston analysointi .....	37
5	TULOKSET .....	40
	5.1. D-vitamiinipitoisuus, S-D-25 (OH-25) .....	41
	5.2. DXA, Luun mineraalitiheys .....	44
	5.3. Uudet murtumat .....	51
	5.4. Muut biokemialliset analyysit, verikokeet .....	52
	5.5. Elintavat, maitotuotteet, D-vitamiini- ja kalsiumlisä ja liikunta .....	61
	5.6. Seuranta-aika .....	62
6	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	65
	6.1. Tulosten tarkastelu .....	65
	6.2. Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus .....	77
	6.3. Johtopäätökset, jatkotutkimus ja kehittämissuhteet .....	84
7	KIITOKSET .....	86
	LÄHTEET.....	87
	LIITTEET.....	94

Liite 1. Taulukko opinnäytetyössä käytetyistä tutkimuksista .....	94
---	----

## LYHENTEET JA TERMIT

Afos	Alkalinen fosfataasi
Ca	Kalsium
BMD	Bone mineral density, luun mineraalitiheys
DXA	Dual-energy absorptiometry, mittaus, jolla selvitetään mm. luuston mineraalitiheyttä.
HUS	Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri
S-25-OHD, (S-25(OH)D)	D-vitamiinin varastomuoto, kalsidioli, mitä mitataan S-D-25 analyysillä.
Pi	Fosfaatti
PSEUDONYMISOINTI	Henkilötietojen käsittely niin ettei tietoja voida yhdistää tiettyyn henkilöön ilman lisätietoja, esim. koodiavainta.
PTH	Parathormoni, lisäkilpirauhasten erittäjä.
SD	Standard deviaatio, keskihajonta, keskimääräinen poikkeama odotusarvosta.
S-D-25	Pääasiallinen mitattava ja D-vitamiinitilaa kuvaava biokemiallinen analyysi verinäytteestä, seerumista.
SEKUDAARIPRE- VENTIO	Hyvin varhaisen vaiheen toimet sairauden etenemisen ehkäisemisessä, sairaus usein todettu oireettomassa vaiheessa.
Z-LUKU	Kuvaa mittausarvon etäisyyttä odotusarvosta SD yksikköinä.
DXA Z-LUKU (SCORE)	Luun tiheyttä kuvaava, DXA-mittauksessa saatava arvo, lapsilla iän ja sukupuolen mukaan viitearvoihin, suhteutettu tiheysarvo SD yksikköinä.
DXA T-LUKU (SCORE)	Luun tiheyttä kuvaava, DXA-mittauksessa saatava tiheysarvo yli 20-vuotiailla aikuisilla, nuorten aikuisten normaaleihin tiheysarvoihin suhteutettu.

## JOHDANTO

Kirjallisuuden perusteella tiedetään, että murtumat ovat tavallisia lapsuusiässä. Ennen täysi-ikäisyyttä joka kolmas lapsi saa murtuman ja pojilla murtumia esiintyy tyttöjä useammin. Lapsille luonteenomainen aktiivisuus edesauttaa kolhujen, jopa murtumien syntymisessä. Normaalista poikkeavat, toistuvat raajamurtumat ja pienienergiset nikamakompressiomurtumat voivat viitata luuston haurauteen. (Mäyränpää, Mäkitie & Kallio, 2013,1993, 1997; Hurme 2015, 457.)

Perinnölliset sairaudet tai sekundaariset syyt selittävät vain vähän luun haurautta murtuma-alttiutta. Tästä syystä olisikin tarpeellista tarkastella muita luuston vahvuuteen vaikuttavia ja siten murtumille altistavia tekijöitä; elintapoja, riittävää D-vitamiinin ja kalsiumin saantia sekä liikunnallista aktiivisuutta. (Mäyränpää, Mäkitie, Kallio, 2013,1993; Mäyränpää 2012, 1422.)

Murtuma itsessään tai sen hoito voi häiritä lapsen luuston kasvua ja kehitystä kohdistuessaan mm. kasvulevyyn, jossa tapahtuu luun pituuskasvu (Alén & Arokoski 2015; Hurme 2015, 457; Mäkitie 2016a).

Murtumista aiheutuu myös taloudellista kuormitusta julkisessa terveydenhuollossa ja kuormitusta perheille. Olisikin tärkeää tunnistaa ja tutkia murtumia saaneet potilaat mahdollisimman pian, sillä Lüthje ym. (2020) tutkimuksen mukaan ennaltaehkäisevän toiminnan suorat kustannukset olivat 1.3 % osteoporoosin aiheuttamien murtumien hoitokustannuksista vuonna 2015. (Alén & Arokoski 2015; Lüthje ym. 2020, 3022; Winthrop ym. 2005, 468.)

Tämän opinnäytetyötutkimuksen **tarkoitus** oli selvittää, 1) miten Helsingissä tehdyssä murtumatutkimuksessa 2005 annettu D-vitamiini-, kalsium- ja elämäntapaohjeistus vaikuttivat kehon mineraali- ja D-vitamiinipitoisuuteen 2) onnistuttiinko murtumatutkimuksen 2005 tutkittavien murtumakierre katkaisemaan ja olisiko vastaavalla interventiolla mahdollista ennaltaehkäistä kierteen syntymistä ja katkaista jo mahdollisesti syntynyt kierre lapsilla.

Opinnäytetyön **tavoite** oli ymmärtää elintapojen merkitys murtumien synnyssä ja ehkäisyssä, sekä arvioida millainen merkitys, teho ja hyöty olisi tavanomaisella elintapaohjauksella (D-vitamiinin ja kalsiumin saantiin ja liikuntaan liittyvä ohjaus) murtumakierteen ehkäisemisessä ja katkaisemisessä.

Lisäksi tavoite oli selvittää murtumiin ja luuston terveyteen vaikuttavia riskitekijöitä ja löytää työkaluja ja menettelytapoja ja selvittää, auttaisiko sekundaaripreventio lasten uusien murtumien syntymisen ehkäisyssä ja murtumakierteen katkaisemisessa.

Opinnäytetyön aihe on tekijäänsä kiinnostava ja ajankohtainen, sillä keskustelu D-vitamiinin riittävästä saannista ja yhteydestä luuston terveyteen ja infektioihin on aktiivista myös Suomessa.

Tutkimus toteutettiin Tampereen ammattikorkeakoulussa terveyden edistämisen ja terveyden tutkimuksen opintoihin liittyen (sairaanhoitaja ylempi AMK) yhteistyössä tekijän työelämän kanssa, lääketieteen professori Outi Mäkitien tutkimusryhmässä, ohjauksessa ja voimassa olevalla HUS tutkimusluvalla. Mäkitie on kansallisesti ja kansainvälisesti ansioitunut ja tunnustettu lasten D-vitamiinitilanteen, metabolisten ja perinnöllisten luustosairauksien tutkija.



## 2. TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT

Tutkimuksen teoreettista taustaa vahvistettiin systemaattisella kirjallisuuskatsauksella luuston terveyteen vaikuttavista ja murtumille alistavista tekijöistä sekä niiden tutkimusmenetelmistä etenkin lapsilla. Aineistoon otettiin kansallisia ja kansainvälisiä tutkimuksia sekä tutkittuun tietoon perustuvaa, luotettavaa lääketieteen oppikirjallisuutta ja asiantuntija-artikkeleita sekä kansallisia Käypä hoito -suosituksia luustonterveydestä, osteoporoosista ja sen ennaltaehkäisystä etenkin lapsilla. (Hirsijärvi, Remes, Sajavaara 2009, 435; Kankkunen, Vehviläinen-Julkunen 2010, 69–74.)

Hakusanoina käytettiin mm. bone health, children, vitamin D, childhood, recurrent, fracture, injuries, secondary prevention, recurrent fracture, luuntiheysmittaus, D-vitamiini, lasten liikunta, lasten liikuntasuositukset luustonterveys, osteoporoosi, epidemiologia. Hakukoneena käytettiin Medline (PubMed), kansainvälinen, laaja, tunnettu ja luotettava lääketieteellisten artikkelien tietokanta sekä Kustannus Oy Duodecim Oppiportti ja Käypä hoito -suositukset tietokantaa, mikä on suomalainen, luotettava, tutkittuun tietoon perustuva lääketieteellisten julkaisujen tietokanta.

Lisäksi aineisto karttui ns. helmenkasvatusmenettelyllä luetun aineiston lähdeviitteinä olevilla alkuperäisillä tutkimuksilla, sekä tutkimusta ohjanneelta lääketieteen professori ja tutkija Outi Mäkitieltä saaduilla artikkeleilla. Operaattoreina tutkimusartikkelien hakemisessa käytettiin pääsääntöisesti AND ja OR. PubMed hakutulosten perusteella havaittiin, että luuston terveyttä ja siihen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu runsaasti ja eri näkökulmista kansainvälisesti. Julkaisujen iän suhteen jouduttiin joustamaan tuoreemman tutkitun tiedon puuttuessa joiltakin osin. Kirjallisuuden mukaanotto- ja poissulkua kuvataan taulukossa 1. Julkaisujen luotettavuutta arvioitiin mm. Julkaisuforumista (JUFO) saadun tiedon avulla ja vertaisarvioinnin toteutumisella.

## TAULUKKO 1. Kirjallisuuskatsaus, tutkimusartikkelit, mukaanotto- ja poissulkukriteerit

Mukaanottokriteerit	Poissulkukriteeri:
Kieli englanti / suomi	Kieli muu kuin englanti tai suomi
Alkuperäinen tutkimus tai luotettava asiantuntija-artikkeli, JBI-kriteerit	Ei-alkuperäinen tutkimus tai ei-luotettava asiantuntija-artikkeli, JBI-kriteerit
Vertaisarvioitu tutkimusjulkaisu	Ei -vertaisarvioitu tutkimusjulkaisu
Luotettava julkaisukanava	Ei-luotettava julkaisukanava, ei impact factoria
Mahdollisimman tuore tutkimus ja julkaisu, ajantasainen tieto, tavoite n. 10 ikä.	Vanhentunut tieto, tutkimus ja julkaisu
Vain osalla tutkittavista etninen tausta	Kaikilla tutkittavilla etninen tausta
Tutkittavat terveitä, ei pitkäaikaissairautta	Tutkittavilla joku pitkäaikaissairaus kuten leukemia
Tarkoituksenmukainen tutkimusasetelma ja tutkimus tämän tutkimuksen tarkoituksen näkökulmasta	Ei-tarkoituksenmukainen tutkimusasetelma ja tutkimus tämän tutkimuksen tarkoituksen näkökulmasta
Otoskoko, N=50 tai suurempi	Otoskoko liian pieni N<50

### 2.1. Luuston terveyteen vaikuttavat ja murtumille altistavat tekijät

Murtumien välttämiseksi tulee luun olla riittävän vahvaa, mineraalimäärä riittävä ja rakenne oikea, kestääkseen siihen kohdistuva kohtuullinen rasitus (Mustajoki 2021). Luu on uusiutuvaa kudosta, jonka kehittyminen alkaa jo hyvin varhain sikiökaudella. Luutumiseen, luun mineralisaatioon tarvitaan kalsiumia (Ca) ja fosfaattia (Pi). Sikiöaikana nämä rakennusaineet saadaan äidiltä, mutta syntymän jälkeen luun mineralisaatio on riippuvainen ravinnon tarjoamista mineraaleista. (Mäkitie 2016a.)

Lapsuudessa luun määrä kasvaa saavuttaen huippumassan 20 ikävuoden vaiheilla. Vaikka perintötekijöiden tiedetään vaikuttavan jopa 80 % luun huippumassaan on myös monilla ulkoisilla tekijöillä osansa, toteutuuko luustossa optimaalinen massa ja murtumakestävyys. Ulkoisia tekijöitä ovat mm. ravitsemustekijät, kuten D-vitamiinin ja kalsiumin saanti sekä liikunta, elintavat ja hormonaaliset tekijät. Myös sairaudet voivat haitata luumassan lisääntymistä, mikä puolestaan altistaa murtumille. Luun aineenvaihduntaa säätelevät mm. lisäkilpirauhashormoni parathormoni (PTH) ja aktiivinen D-vitamiini (1,25(OH)<sub>2</sub>D). Fosfaatin aineenvaihduntaa säätelee luusto itse fibroblastikasvutekijä 23 (FGF23) kautta. (Mäkitie 2016a.)

Luuston normaalille kehitymiselle välttämättömän kalsiumin aineenvaihduntaa ja tasapainoa säätelevät lisäkilpirauhasen erittämä parathormoni (PTH) ja kalsitoniini,  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ -vitamiini ja Pi (Metsävainio & Saha 2020).

Kehon alhainen D-vitamiinipitoisuus katsotaan olevan yhteydessä alhaiseen luun mineraalitiheyteen (bone mineral density, BMD) ja murtumiin (Pekkinen ym. 2012, 5; Mäyränpää ym. 2012, 1421; Schilling ym. 2011, 835; Thompson ym. 2017, 368). Vastakkaisiakin näkemyksiä D-vitamiinin ja murtuma-alttiuden välillä on esitetty tutkimukseen perustuen (Contreras ym. 2014,777).

Murtumille altistavina riskitekijöinä, luuston mineraalitiheyttä heikentävinä seikkoina lapsilla pidetään sukupuolta (pojilla enemmän murtumia), ikää sekä tytöillä että pojilla liikunnan vähäisyyttä, ali- tai ylipainoa ja aiempaa murtumaa. Pohjoismaissa myös vuodenajalla on havaittu olevan vaikutusta murtumien esiintymiseen. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi Mathison ym. (2011) mainitsevat katsausartikkelissaan murtuma-alttiuden yhdistyvän myös etnisyyteen, sosioekonomiseen asemaan, riskikäyttäytymiseen, syömishäiriöihin, ravitsemukseen, reseptilääkitykseen, suorituskykyä lisäävään lääkkitykseen, tupakointiin, perimään ja luun terveyteen. (Mathison ym. 2010, 594–595; Mäyränpää ym. 2010,1; Viljakainen ym. 2011,1; Mäyränpää ym. 2012, 1413; Pekkinen ym. 2012, 1; Mäyränpää, Mäkitie, Kallio, 2013, 1993–1998; Escott, To, Beaton, Howard 2019, 1.)

D-vitamiinia ja kalsiumia sekä fyysistä rasitusta, liikuntaa tule saada riittävästi, että luukudos vahvistuu ja luun murtuma-alttius vähenee terveillä henkilöillä, lapsilla ja aikuisilla. Paakkarin (2021) mukaan useissa tutkimuksissa on havaittu vuorokaudessa annetun 20-25mikrog D-vitamiinilisän estävän luun haurastumista, osteoporoosia ja tähän liittyviä murtumia. (Pekkinen ym. 2012,7; Paakkari, 2021.)

Murtumia hoidetaan yleensä konservatiivisesti repositiolla (paikalleen asettaminen) ja kipsaamisella, mutta myös tarvittaessa operatiivisesti leikkaushoidolla. Murtumat itsessään tai niiden hoito voivat aiheuttaa suoraan tai

välillisesti lapsen luuston kasvun ja kehityksen poikkeamia, häiriöitä. (Mäyränpää, ym. 2013, 1995; Hurme, 2015, 457.)

Lasten murtumien ja osteoporoosin kehittyminen tulisi ehkäistä ja turvata luuston terveys ja normaali kehittyminen, sekä havaita ne lapset, joilla on murtumalttiutta, että heitä voitaisiin auttaa. Lasten ja nuorten luuston terveydestä huolehtiminen kuuluu kaikille terveydenhuollon sektorilla työskenteleville. (Arikoski, Kröger, Mäkitie 2005, 2059; Mäyränpää ym. 2012, 1413; Escott To, Beaton, Howard 2019, 1.)

### **2.1.1 Kalsium**

Kalsium on luuston tärkein rakennusaine estämään luun haurastuminen ja osteoporoosi kaiken ikäisillä. Kalsiumin tarpeen ja siten saantisuosituksen määrittää luuston kehitysvaihe ja henkilön ikä. Ensisijaisesti tarvittava kalsium tulisi saada ravinnosta. Suomalaisessa ruokakulttuurissa maitotuotteet ovat kalsiumin päälähde ja nyt myös osaan kasvispohjaisista maidonkorvikkeista lisätään kalsiumia. Ravinnosta saatava kalsiumin määrä tulee arvioida. Koska ravinnosta saatava kalsium ei aina riitä tulee tällöin puuttuva osuus saada ravintolisästä. (Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus. 2020.) Kalsiumin päivittäinen saantisuositus ravinnosta Metsävainio & Saha (2020) mukaan on 800–1000 mg, tarkemmin saantisuosituksia kuvataan taulukossa 2. Osteoporoosipotilaiden kokonaissaanti vuorokaudessa tulisi Käypä hoito -suosituksen mukaan 1000–1500 mg. (Metsävainio & Saha 2020; Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020.)

TAULUKKO 2. Kalsiumin saantisuositus. (Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus 2020)

Ryhmä iän / elämän tilanteen mukaan	Kalsiumin saantisuositus / vrk
Lapset 1–5-vuotiaat	600mg/vrk
Lapset 6–9-vuotiaat	700mg/vrk
10–20-vuotiaat	900mg/vrk
21-74-vuotiaat	800mg/vrk
Yli 75-vuotiaat	800mg/vrk
Raskaana olevat ja imettävät	900mg/vrk
Osteoporoosipotilaat	1000mg-1500mg/vrk

Torontossa tehdyn tutkimuksen mukaan yhteyttä lasten maidon kulutuksen ja murtuma-alttiuden välillä pidetään epäselvänä. Tutkimuksessa selvitettiin ensin lasten maidon kulutus 1–3 vuoden iässä ja näille lapsille 3–10 vuoden iässä syntyneet murtumat, molemmat vanhemmilta kysyen. D-vitamiinilisän käyttö kartoitettiin myös vanhemmilta kysymällä eikä elimistön D-vitamiinipitoisuutta mitattu verikokeella. Tutkimuksessa ei havaittu yhteyttä maidon kulutuksen ja murtuma-alttiuden kanssa olipa maito rasvaista tai rasvatonta. Näin ollen tutkimustulos kertoo ainoastaan sen, ettei kulutetun maidon määrällä eikä sen rasvapitoisuudella ole merkitystä murtumien syntyyn tutkimukseen otetussa ikäluokassa. Tutkimuksessa todetaan, että tarvitaan lisätutkimusta arvioimaan varhaislapsuudessa kulutetun maidon hyödyt myöhemmällä iällä, elämän aikana. (Allison ym. 2020,146–147,149.)

Lasten ja nuorten (alle 16 v) kalsiumin saanti havaittiin puutteelliseksi, olevan alle suositusten murtumia saaneilla lapsilla murtumatutkimuksessa 2005 (Mäyränpää ym. 2012, 1413). Kalsiumin imeytymiseen ja hyödyntämiseen luun mineralisaatiossa tarvitaan D-vitamiinia (Huupponen & Savontaus 2018c).

## 2.1.2 D-vitamiini

D-vitamiinia tarvitaan luuston terveyden ja hyvinvoinnin turvaamiseen, osteoporoosin ehkäisemiseen kaiken ikäisillä. D-vitamiinin puute johtaa luuston haurastumiseen. (Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020.) D-vitamiinin tehtävänä on osaltaan edistää kalsiumin ja fosfaatin imeytymistä niin että luun mineralisaation toteutuminen mahdollistuu (Freese, Voutilainen, Mutanen 2021).

D-vitamiinia muodostuu iholla auringon UVB säteilyn vaikutuksesta. Tumma ihonväri, suojavaatetus, ikääntyminen ja pohjoisilla leveyksillä loka-maaliskuussa riittämätön UVB-säteily vähentävät tätä synteesiä iholla. Riittävään D-vitamiinin saannin turvaamiseen pohjoisilla leveyksillä, kuten Suomessa, tarvitaan D-vitamiinia ravinnosta ja ravintolisästä kaikille lapsille ja yli 75-vuotiaille ja raskaanoleville ympärivuoden. (Hakkola 2018; Freese, Voutilainen, Mutanen 2021.)

D-vitamiinilisän saantisuosituksista on pohdittu ja päivitetty vuosikymmenien ajan. Suomessa noudatetaan tutkimuksiin perustuvia pohjoismaisia saantisuosituksia. Saantisuositus on riippuvainen iästä ja elämäntilanteesta. D-vitamiinilisän saantisuosituksia on päivitetty useamman kerran 2000-luvulla. Viimeisin päivittäminen tehtiin 2018 koskien imeväisikäisiä. Kala ja nykyisin D-vitamiinilla täydennetyt maitoruotteet ja ravintorasvat sisältävät runsaasti D-vitamiinia. Maitotuotteita ja ravintorasvoja on täydennetty Suomessa D-vitamiinilla vuodesta 2003 lähtien ja täydennysannosta suurennettiin vuonna 2010. D-vitamiinilisän saantisuosituksia taulukossa 3. (Raulio ym. 2016, 268; D-vitamiini 2018; D-vitamiinivalmisteiden käyttösuositus imeväisikäisillä 2018; Lamberg-Allardt & Kröger 2021.)

Raulio ym. (2016) havaitsivat tutkimuksessaan, että aikuisväestön D-vitamiinipitoisuus on kohentunut. Kohentumisen pääteltiin johtuvan vuoden 2010 D-vitamiinitäydennyksestä ruoka-aineisiin ja lisääntyneestä D-vitamiinilisän käytöstä. Saantisuosituksen toteutuminen yksinomaan ravinnosta voi olla vaikeaa Suomessa muulloin kuin kesällä. Kesällä keskipäivällä auringonpaisteessa vitamiinan muodostuminen on runsasta ja ihon vitamiinisynteesi on tehokkainta

ulkoillessa. Ihon suojana käytettävät aurinkovoiteet kuitenkin haittaavat tätä synteesiä estäen vitamiinin muodostumisen. (Raulio ym. 2016, 268; D-vitamiini 2018; D-vitamiinivalmisteiden käyttösuositus imeväisikäisillä 2018; Lamberg-Allardt & Kröger 2021; Freese, Voutilainen, Mutanen 2021.)

D-vitamiinin saantia turvaamaan Valtion ravitsemusneuvottelukunta suosittelee tällä hetkellä ympärivuotista D-vitamiinilisää kaikille lapsille, yli 75-vuotiaille ja raskaana oleville. Muulle väestölle D-vitamiinilisää suositellaan vuoden pimeimmille kuukausille (loka-marraskuu) ellei päivittäiseen ruokavalioon kuulu D-vitaminoituja maitotuotteita, ravintorasvoja ja kalaa. (D-vitamiini 2018; D-vitamiinivalmisteiden käyttösuositus imeväisikäisillä 2018; Hakkola 2018, 1; Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020.)

Tämänhetkinen seerumin D-vitamiinin pitoisuustavoite on 50nmol/L sekä aikuisilla että lapsilla. Joidenkin näkemysten mukaan luuston terveyden kannalta tavoiteltava pitoisuus olisi yli 75nmol/L. Käypä hoito -suosituksen mukaan alle 25 nmol/L olevaa seerumin D-pitoisuutta pidetään vakavana puutoksena. Lapsilla tämä on merkki luun hauraudesta, riisitaudista ja aikuisilla osteomalasiasta, luun hauraudesta. (Osteoporoosi: Käypä hoito -suositus, 2020; Paakkari 2021, 3; Yang ym. 2021, 287.)

Helsingissä tehdyssä tutkimuksessa koululaisten D-vitamiinipitoisuus seerumissa (S-D-25) havaittiin riittämättömäksi (mediaani tytöt 41, pojat 45 nmol/L) vaikka päivittäinen saanti olikin tutkimuksen havaintojen mukaan linjassa sen hetkisten saantisuositusten kanssa. Tämän perusteella arvioitiin, että sen hetkinen saantisuositus ei riittäisi turvaamaan tavoitteena olevaa elimistön D-vitamiinipitoisuutta, 50nmol/L, vaan että saantisuositusta tulisi pikaisesti korottaa. (Pekkinen ym. 2012, 1–2, 5.)

Lasten murtumatutkimuksessa 2005 havaittiin että 4–16-vuotiaiden lasten D-vitamiinipitoisuus oli 55 % tutkittavista alle tavoitteen, 50 nmol/L. Tutkittavista 27 %:lla D-vitamiinipitoisuus oli alle 37 nmol/L. Alhainen pitoisuus assosioi alhaisen luustontiheyden ja selkärangan kompressiomurtumien kanssa. (Mäyränpää ym. 2012, 1413.)

Vuonna 2013–2016 toteutetun lasten D-vitamiinitutkimuksen mukaan päivittäinen 400IU (10µg) D-vitamiinilisä osoittautui yhdessä ravinnosta saatavan D-vitamiinin kanssa riittäväksi pitämään alle kaksivuotiaiden lasten elimistön D-vitamiinipitoisuuden riittävällä tasolla verikokeella mitattuna. Tutkimuksen tulosten mukaan 1200IU (30µg) päivittäisellä annoksella ei saavutettu hypoteesin mukaista hyötyä, lisääntynyttä luun vahvuutta eikä infektioiden määrän vähenemistä. Randomoidussa tutkimuksessa lapset saivat tutkimuksen D-vitamiinivalmistetta, joko 400IU (10ug) tai 1200IU (30ug) päivässä hyvällä käyttöasteella. Tuloksen perusteella pääteltiin, että riittävä saanti on seurausta D-vitamiinilisäsuosituksesta ja sen noudattamisesta sekä maitotuotteiden ja ravintorasvojen D-vitamiinoinnista. (Rosendahl ym. 2018, 653.)

Suomalaisessa aikuisväestössä on ollut havaittavissa hienoista kohentumista D-vitamiinipitoisuudessa vuoden 2012 tutkimuksen mukaan, mutta edelleen pitoisuus aikuisväestössä on suurelta osin alle tavoitetason 50nmol/L (Raulio ym. 2016, 269).

### TAULUKKO 3. D-vitamiinilisän suositukset (Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus 2020, D-vitamiinivalmisteen käyttösuositus imeväisikäisillä 2018)

Ryhmä iän / elämän tilanteen mukaan	D-vitamiinilisän saantisuositus / vrk
Lapset 1 v ikään, täysimetetyt, korviketta < 500 ml/vrk	10 µg
Lapset 1 v ikään, korviketta tai vieroitusvalmistetta 500–800 ml/vrk	6 µg
Lapset 1 v ikään, korviketta tai vieroitusvalmistetta > 800 ml/vrk	2 µg
2–17-vuotiaat	7,5 µg
17–74 vuotiaat	10 µg
Yli 75 vuotiaat	20 µg
Raskaana olevat ja imettävät	10 µg

Pekkinen ym. (2012) ovat havainneet tutkimuksessaan, että D-vitamiini on jopa fyysistä aktiivisuutta tärkeämpi luun mineraalitiheyttä määräävä tekijä (Pekkinen ym. 2012, 7).



### 2.1.3 Fyysinen kuormitus, liikunta ja urheilu

Liikunnan monipuolisista terveysvaikutuksista tiedetään paljon ja se, että luuston kehittymiseen tarvitaan fyysistä kuormitusta. Lapsuus ja nuoruus ovat tähän merkittävää aikaa luuston kehittämisessä, luun huippumassan saavuttamisessa. Liikuntaa ei voi varastoida, vaan sitä tulisi saada riittävä määrä säännöllisesti päivittäin. Lisäksi on todettu, että liikunnalla on paitsi terveydellisiä ja elämänlaatuun vaikuttavia hyötyjä, sillä on arvioitu kokonaisuudessaan olevan myönteinen vaikutus myös yhteiskunnan terveydenhuoltokustannuksiin. (Allén & Arokoski 2015; Tammelin 2016.)

Säännöllinen harjoittelu urheilijoilla saattaa tuottaa jopa 10–40 % paremman luun mineraalitiheyden kehon kuormitetuimmissa osissa kuin verrokeilla. Lisäksi tutkimuksissa on todettu, että nopean kasvun aikainen liikunta vaikuttaa tehokkaimmin luun huippumassaan. (Allén & Arokoski 2015.)

Liikuntasuositus määritellään mm. iän mukaan. Kansallisen liikuntasuosituksen mukaan alle kouluikäisten lasten tuli liikkua kaksi tuntia päivässä, Käypä hoito -suosituksen mukaan vähintään 3 tuntia. Kouluikäisten, 7–12-vuotiaiden liikunta suositus on vähintään 1,5–2 tuntia päivässä ja 13–18-vuotiaiden tuli liikkua 1–1,5 tuntia päivässä. Noin puolet ajasta tulisi olla reipasta, kuormittavaa liikuntaa. Lapsille ja kasvaville nuorille sopivaa liikuntaa ovat vauhdikkaat leikit, maila- ja pallopelit, yleisurheilu, telinevoimistelun alkeet. Nuorilla myös maltillinen voimaharjoittelu. (Poutanen 2017; Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020.) Kaikkien terveydenhuollon ammattilaisten tulee huomioida ja kartoittaa liikuntatottumukset ja kannustaa fyysiseen aktiivisuuteen (Liikunta: Käypä hoito -suositus, 2017).

Alhainen päivittäinen fyysinen aktiivisuus nähdään olevan yhteydessä kohonneeseen murtuma-alttiuteen. Päivittäinen fyysinen aktiivisuus puolestaan vahvistaa luustoa, kasvattaa luun kokoa ja laatua lisäämättä murtumariskiä. Stenevi-Lundgren ym. (2017) mukaan esipuberteetti näyttäisi olevan suotuisa ajanjakso liikunnan myönteisille vaikutuksille. (Löfgren ym. 2011, 1740; Detter ym. 2014, 1325; Stenevi-Lundgren, ym. 2017, 3373.)

Lasten murtuma-alttiutta ja osteoporoosia tarkasteleva ja suosituksia antava työryhmä on havainnut laajassa tutkimukseen pohjautuvassa kartoituksessaan, että lasten murtumien ja liikunnan määrän välillä on selvä yhteys, vaikka urheilulla ja fyysisellä aktiivisuudella on positiivinen vaikutus luumassaan (Bishop ym. 2014, 275). Murtumatutkimuksessa 2005 niin ikään havaittiin, että murtuma-alttiiden lasten fyysinen aktiivisuus oli alhaisempaa kuin terveillä kontrolleilla (Mäyränpää ym. 2005, 1413).

Liikunnalla turvataan ei vain hyvä luuston kunto, vaan myös moninaiset terveyshyödyt. Huono elämäntapa, kuten terveyttä edistävän liikunnan puute, vaikuttaa kielteisesti myös elämänlaatuun. Schneeberg ym. (2016) havaitsivat tutkimuksessaan, että vakavammin loukkaantuneilla sairaalassa hoidetuilla lapsilla on masentuneisuutta huolimatta ripeästä toipumisesta. Säännöllinen liikunta vaikuttaa myös välillisesti terveydenhuollon kustannuksia alentavasti, mikäli vältytään kustannuksia aiheuttavilta liikuntavammoilta. Murtumat olisi hyvä kyetä ehkäisemään ja katkaisemaan jo mahdollisesti syntynyt murtumakierre (Alén & Arokoski 2015; Schneeberg ym. 2016; Conley ym. 2020, 37; Lüthje ym. 2020, 3022.)

#### **2.1.4 Murtumat**

Murtumat ovat yleisiä lapsuudessa ja murtumista suurin osa on havaittu olevan pojilla. Murtumat tapahtuvat usein kaatumisessa kävellessä, juostessa tai putoamisessa yli 1,5 m korkeudesta. Murtumien huippu on havaittu olevan tytöillä 10 vuoden ja pojilla 14 vuoden iässä. Lasten murtumien hoito on yleensä konservatiivista paikalleen asettamista ja kipsaamista, mutta myös tarvittaessa operatiivista leikkaushoitoa. Mikään murtuman hoito ei saa aiheuttaa raajan kasvun häiriintymistä. (Mäyränpää, Mäkitie, Kallio 2010, 2752; Hurme 2015, 457.)

Lasten murtumien määrä on kasvanut vuosina 1967–1983 mutta vähentynyt tämän jälkeen. Eniten murtumat ovat vähentyneet 10–13-vuotiailla. Vaikka murtumien määrä on vähentynyt ovat kuitenkin kyynär- ja olkavarren murtumat

lisääntyneen. (Mäyränpää, Mäkitie, Kallio 2010, 2752; Hurme 2015, 462.) Lapsilla esiintyy myös toistuvia murtumia ja tämän voi aiheuttaa luustoa heikentävä primaarinen luuston sairaus tai sekundaarinen osteoporoosi liittyen krooniseen sairauteen tai elintapoihin (Mäkitie 2016b).

Murtumat voidaan luokitella vammamekanismin ja murtuman aiheuttavan vammaenergian mukaan. Korkeaenergisinä vammamekanismina pidetään liikenneonnettomuutta ja 3 metrin korkeudesta tai korkeammalta putoamiseen verrattavaa iskuja/energiaa. Matalaenergisinä vamman aiheuttajana pidetään kaatumista juostessa tai kävellessä ja putoamista korkeintaan 1,5 metrin korkeudesta. Käypä hoito -suosituksessa pienienergisinä vammamekanismina pidetään kaatumista samalla tasolla tai putoamista alle metrin korkeudesta. (Mäyränpää ym. 2012, 2754; Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020.) Lasten osteoporoosin diagnosointiin keskittyvä kansainvälinen työryhmä toteaa, että traumaenergian asteen arvioiminen vähäisen ja kohtuullisen vammaenergian välillä on haasteellista vamman luokitteluun liittyvän vähäisten tutkimuksen vuoksi (Bishop ym. 2014, 276).

Lasten fyysisen ja psykososiaalisen toipuminen onnettomuuksista on tutkimuksissa havaittu olevan ripeää Schneeberg ym. (2016) mukaan. Tästä huolimatta Winthrop ym. (2005) tutkimuksessa perheet raportoivat lapsen murtumasta aiheutuvan kuormitusta: taloudellista, sosiaalista ja henkilökohtaista räsitusta. Lisäksi Winthrop ym. (2016) havaitsivat Lasten terveystieteiden tutkimuskeskuksen (CHQ) ja Toiminnallisen riippumattomuuden mittauksessa, että lasten toipuminen oli merkittävää 1–6 kuukauden aikana vamman jälkeen. Tästä huolimatta 6 kuukautta vamman jälkeen fyysistä toimintakykyä ilmaiseva luku oli alhaisempi kuin vastaavan ikäisillä. (Winthrop ym. 2005, 468; Schneeberg ym. 2016, 1.)

Jo syntyneen murtuman on havaittu altistavan uudelle murtumalle. Tästä syystä tulisikin kiinnittää huomiota jo murtuman saaneisiin, että uudet murtumat voitaisiin ehkäistä, sekundaaripreventio toteutua. (Kröger 2013, 1149; Escott ym. 2019, 1; Lüthje ym. 2020, 3025.)

Murtuman saaneella lapsella uuden murtuman mahdollisuutta ja murtuma-alttiutta arvioitaessa tulisi kiinnittää huomio murtuman aiheuttaneen vamman mekanismiin ja energiaan, aiheutuiko syntynyt murtuma helposti, vähäisen tai matalan energian aiheuttamana. Työryhmä näkee, että vähäisen vammaenergian aiheuttamia murtumia saaneilla, muuten terveillä lapsilla on jokin luustohaaste, mikä aiheuttaa murtuma-alttiutta. Vammaenergian tiedostaminen ja huomioiminen voi muuttaa käsitystä murtuma-alttiudesta ja luun terveydentilasta. Vahvakin luu murtuu, kun vammaenergia on riittävä, kuten liikenneonnettomuuksissa. Tosin, työryhmä ymmärtää haasteen lievän ja vähäisen vammaenergian tapauskohtaisessa kliinisessä arvioimisessa. (Bishop ym. 2014, 276.)

Aikuisten murtumariskin kartoittamiseen on käytössä työkaluja, mm. WHO:n kehittämä algoritmi, FRAX-murtumariskilaskuri (Kröger 2013,1149). Fracture liaison service (FLS) on edullinen työkalu millä on mahdollista tunnistaa murtuma-alttiit henkilöt. Lisäksi (Lüthje ym. 2020) havaitsi tutkimuksessaan, että murtumien ennalta ehkäisytoimet on havaittu edullisemmaksi kuin murtumien hoito, 1.3% kaikkien murtumien kustannuksista. (Lüthje ym. 2020, 3015.) Näillä työkaluilla pidetään mahdollisena löytää murtuma-alttiit, päästä hoitamaan heitä ja ehkäistä uusien murtumien syntyminen mahdollisimman hyvin.

Lasten luustonterveyden arvioinnissa tulisi tunnistaa ne lapset ja nuoret, jotka hyötyisivät havaittua murtumariskiä alentavista toimista, interventioista (Bishop ym. 2014, 267–277). Murtumatutkimus 2005 tulosten perusteella olisi tarpeellista kartoittaa lasten luuston terveyttä ja tilaa, elintapoja ja ravitsemusta jo toisen merkittävän murtuman jälkeen (Mäyränpää ym. 2012, 1413).

### **2.1.5 Osteoporoosi**

Osteoporoosi on luun terveyden häiriö, jossa mineraalitiheys, luumassa on vähentynyt ja luukudoksen rakenne muuttunut, mistä seuraa kohonnut murtuma-alttius. NIH:n (National Institute of Health) mukaan osteoporoosissa luun lujuus

on heikentynyt, mikä altistaa murtumille. (Mäkitie 2016b; Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020.)

Lapsilla osteoporoosi on harvinainen mutta mahdollinen perinnöllisenä monogeenisenä luustosairautena tai kroonisen sairauden seurauksena. Osteoporoosille altistavia tekijöitä on mm. D-vitamiinin vähäinen saanti ja vähäinen liikunta. Osteoporoosi on varsin tavanomainen löydös aiemmin murtumia saaneilla heidän myöhemmällä iällään. Vaikka murtumia ei voidakaan pitää suorana osteoporoosin riskitekijänä voi varsinkin matalaenerginen murtuma viitata luun heikkouteen. Mäkitie & Zillikens (2021) muistuttavat perinnöllisen osteoporoosin mahdollisuudesta, mikäli murtumalle ei löydy syytä kroonisesta sairaudesta, luun hauraudesta johtuvasta murtuma-alttiudesta ja alhaisesta luun mineraalipitoisuudesta. Tällä hetkellä tunnetaan useita varhaista osteoporoosia aiheuttavia tekijöitä perimässä. Mäkitie & Zillikens (2021) nostava myös esiin pQCT mittauksen mahdollisuuden antaa tulevaisuudessa DXA-luuntiheysmittausta kattavampaa tietoa luusta sekä vähentää luubiopsian tarvetta. Lisäksi Mäkitie & Zillikens (2021) artikkelissa nostetaan esiin osteoporoosin maailman laajuiset yksilöön ja talouteen liittyvät vaikutukset. (Mäkitie 2016b; Mustajoki 2021; Mäkitie & Zillikens 2021.)

Lasten ja nuorten osteoporoosidiagnoosi on perustunut murtumahistoriaan ja luun mineraalitiheyden mittauksessa (DXA) havaittuun alhaiseen luun tiheyteen, bone mineral density (BMD). BMD arvo, Z-score -2.0 tai alhaisempi viittaa alentuneeseen luun tiheyteen. Lasten murtuma-alttiutta ja osteoporoosin diagnosoinnin perusteita arvioiva kansainvälinen työryhmä on tarkastellut sekä murtuma-alttiutta että osteoporoosia ja ehdottanut muutoksia näiden kohdalla huomioon otaviin seikkoihin. Työryhmän mukaan lasten osteoporoosidiagnoosia ei tulisi tehdä yksistään luuston mittauksen tuloksen perusteella vaan huomioida myös kliinisesti merkittävät murtumat murtumahistoriassa. Merkittäväksi murtumiksi murtumahistoriassa luetaan yksi tai useampi taulukossa 4 mainittavista murtumista. (Bishop ym. 2014, 278; Mäkitie & Zillikens 2021.) Käypä hoito -suosituksessa tuodaan esiin myös vammat ja vammamekanismit joita ei lueta merkittäviin murtumiin murtumahistorian murtumien merkittävyyttä arvioitaessa (taulukko 5) (Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020).

#### TAULUKKO 4. Merkittävät murtumat murtumahistoriassa (Bishop ym. 2014, 276)

<b>Merkittävät murtumat</b>
Kaksi tai useampi pitkien luiden murtumaa 10 ikävuoteen mennessä
Kolme tai useampi pitkien luiden murtumaa 19 ikävuoteen mennessä.
Selkärangan kompressiomurtuma

#### TAULUKKO 5. Merkittäviin murtumiin ei laskettavat murtumat ja vammamekanismi (Käypä hoito -suositus, 2020)

<b>Ei – merkittävät murtumat</b>
Nenän, kallon, somien ja varpaiden murtumat
Murtumien uusiutumattomat
Suurienergiset murtumat (yli 3 m korkeudesta putoaminen tai rinnastettava vammamekanismi)

Osteoporoosista tunnetaan sekundaarinen ja primaari muoto. Sekundaarista muotoa aiheuttavat pitkäaikaissairaudet mm. keliakia ja ravitsemusongelmat mm. D-vitamiinin puute. Lasten primaarisen osteoporoosin aiheuttaa yleisimmin synnyynnäinen, periytyvä osteogenesis imperfecta. Myös tämän vuoksi lasten osteoporoosin selvittelyssä on sukutaustan selvittäminen tärkeää. (Mäkitie 2016b.)

## 2.2 Luuston terveyden tarkastelu ja arviointi

Luuston terveyttä voidaan tarkastella ja tutkia biokemiallisin kokein verestä ja virtsasta. Lisäksi luustonmineraalitiheyttä (BMD) ja luun laatua voidaan tutkia ja arvioida kuvantamalla ja ottamalla luunäytteitä, luubiopsia sekä aikuisilta että lapsilta. Myös elämäntapojen ja murtumahistorian tarkastelu tulee huomioida luuston terveyden arvioinnissa varmistamalla riittävä D-vitamiinin ja kalsiumin saanti sekä arvioimalla liikunnan riittävyys. (Mäkitie 2016b.)

Murtuma-alttiuden syyn, luuston poikkeavan haurauden selvittelyn perusteena pidetään kolmatta todettua merkittävää murtumaa. Näiden murtuma-alttiiden lasten kohdalla tulee poissulkea tavalliset altistavat tekijät kuten mm. keliakia ja

D-vitamiinin puutos. Lisäksi perinnöllisen osteoporoosin mahdollisuus tulee huomioida toistuvia murtumia saavilla lapsilla. (Mäkitie 2016b.)

Tutkittuun tietoon perustuva sekundaaripereventio, yksinkertaiset varhaisen vaiheen toimet kuten tavanomainen D-vitamiini-, kalsiumohjaus ja liikuntaan kannustaminen voidaan pitää selvittelyn arvoisena keinona ehkäistä myös lasten murtumia, katkaista murtumakierrettä ja ehkäistä sekundaarisen osteoporoosin kehittymistä ja vähentää terveydenhuollon kuormitusta. (Alén & Arokoski; 2015; Conley ym. 2020, 37; Lüthje ym. 2020, 3022.)

## 2.2.1 Biokemialliset analyysit

Luuston terveyttä ja murtuma-alttiutta voidaan kartoittaa biokemiallisilla analyyseillä (veri- ja virtsakokeet). Nämä laboratoriotutkimukset kuvataan taulukossa 6. (Mäkitie 2016b; Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020.)

TAULUKKO 6. Murtuma-alttiutta ja osteoporoosia selvittävät biokemialliset analyysit (Mäkitie 2016b)

Näytteen nimi	Kuvaus
PVK	pieni verenkuva
P-Ca	kalsium pitoisuus
P-Pi	fosfaatti pitoisuus
fP-Afos	alkalinen fosfataasi pitoisuus, paastoarvo
P-PTH	lisäkilpirauhashormoni, parathormoni
S-25(OH)D	Kalsidiolipitoisuus, D-vitamiinipitoisuus
U-Ca	Virtsan erittyvän kalsiumin määrä
U-Krea	Virtsan erittyvän kreatiniinin määrä

Keskeisiä tutkimuksia ovat kehon D-vitamiinipitoisuutta (S-D-25) kuvaava, seerumista määritettävä, S-25-OHD-pitoisuus, plasmasta määritettävät kalsium (P-Ca), parathormoni (fP-PTH), alkalinen fosfataasi (P-Afos) ja fosfaatti (P-Pi) pitoisuutta. (Mäkitie 2016 b; Metsävainio & Saha 2020). Tässä opinnäytetyön tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan seuraavia biokemiallisia analyyseja, verikokeita luuston terveydentilan tarkastelussa ja arvioinnissa P-Ca, P-Pi, fP-Afos, P-PTH ja S-25(OH)D.

**S-25-OHD, S-D-25**

S-25-OHD mittauksella selvitetään seerumin kalsidioli, D-vitamiinin varastomuodon pitoisuutta. Tämä kuvaa parhaiten D-vitamiinitasoa ja saannin riittävyttä. D-vitamiinin puutos aiheuttaa seerumin PTH pitoisuuden lisääntymisen. (Välimäki & Mäkitie 2010; Huupponen & Savontaus 2018a; Lamberg & Kröger 2021, 1; Paakkari 2021,1.)

**P-Ca**

P-Ca mittausta pidetään kalsiumtasapainon perustutkimuksena, mittaa seerumin kalsiumpitoisuutta. Alhainen kalsiumpitoisuus, puute lisää PTH eritystä. (Metsävainio & Saha 2020.)

**fP-PTH**

PTH heijastaa kalsiumin saantia mihin vaikuttaa elimistön D-vitamiinipitoisuus. Kalsiumin saannin ollessa riittävä vähentyy PTH erityks ja puutteessa PTH erityks lisääntyy. (Huupponen & Savontaus 2018a.)

Pysyvästi koholla oleva PTH on luustolle haitallista mutta lyhytaikaisesti vaikutus on päinvastainen. (Huupponen & Savonius 2018b) Alhainen D-vitamiinipitoisuus ja koholla oleva PTH liittyvät toisiinsa ja voivat välillisesti aiheuttaa osteoporoosia. (Mäkitie 2016b; Välimäki & Mäkitie 2010.)

**P-Pi**

P-Pi kuvastaa fosfaatin erittymistä ja kalsiumaineen vaihduntaa. Voidaan mitata myös virtsasta (U-pi). Alentunut arvo liittyy mm. D-vitamiinin puutokseen. (Mäkitie 2016b; Metsävainio & Saha 2020.)

**fP-Afos**

Afos -arvo voi suurentua mm. D-vitamiinin puutteessa mm. lasten riisitaudissa, sekä muissa luuston sairauksissa. Afos -viitearvot ovat lapsilla huomattavasti aikuisten arvoja suuremmat. Tämä johtuu kasvun aikana tapahtuvasta jatkuvasta luun rakentumisesta, johon tarvitaan alkalista fosfataasia. (Mäkitie 2016b; Tunturi 2021).



## 2.2.2 Kuvantaminen

Luun lujuutta voidaan arvioida mittaamalla luun mineraalitiheyttä (BMD) mitä pidetään luun lujuuden kannalta tärkeimpänä tekijänä. Muita luun lujuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat luun mikrorakenne, kollageenin laatu, mikrovauriot ja vaihtumisnopeus. Luuntiheysmittaus, DXA –mittaus (kaksienerginen röntgenabsorptiometria, dual-energy absorptiometry) on toistaiseksi vakiintunut luun lujuuden arvioinnissa, joskin lasten luuston arvioinnissa DXA-mittausta pidetään hiukan haasteellisena menetelmänä tällä hetkellä. Mittaustulosta, luun mineraalitiheyttä kuvataan T- tai Z-arvolla. Lapsilla (alle 20-vuotiaat) käytetään Z-arvoa. Lisäksi selkärangan natiiviröntgenkuva antaa tietoa selkänikamien tilasta. (Arikoski, Kröger, Mäkitie, 2005, 2059–2060; Mäkitie 2016b; Uusitalo, 2020, 1029–1030; Paakkari 2021.)

Kansainvälinen työryhmä on huolissaan DXA mittauksen tarkkuudesta luun lujuuden mittaamisessa ja edellytyksistä käyttää murtuma-alttiutta arvioitaessa sekä lasten osteoporoosin diagnostiikassa. Viitearvot perustuvat varsin terveillä tehtyihin mittauksiin. Työryhmä viittaa tarkastelemaansa tutkimusaineistoon ja toteaa, että murtumat ovat mahdollisia lapsilla, vaikka luun massa ja tiheys olisivatkin DXA mittauksessa havaittu normaaliksi. Viitaten Farr ym. (2013) tutkimukseen työryhmä arvioi, että varttinäluun distaalipäästä tehty korkearesoluutioinen perifeerinen kvantitatiivinen tietokone tomografia (HRpQCT) mittaus on ilmeinen määrittämään luun haurautta lapsilla, joilla on havaittu kyynärvarren murtuma vähäisen vammaenergian aiheuttamana verrattuna ei-murtumia saaneisiin kontrolleihin. (Farr ym. 2013; Bishop 2014, 276.)

DXA-mittauksen tuloksen arvioimisessa lapsilla käytetään ikä ja sukupuoli huomioituja viitearvoja. Heikentynyttä luuntiheyttä kuvaa Z-luku alle -2.0 SD (standard deviatio, keskihajonta, poikkeama). Viimevuosina luuston tarkasteluun tieteellisissä tutkimuksissa on alettu käyttää pQCT-mittausta. DXA-mittaukseen liittyy omat haasteensa mitkä sekä kuvaamista suorittavan että tuloksia tulkitsevan tulee huomioida. (Detter ym. 2014, 1325; Rosendahl ym. 2018, 648; Uusitalo 2020, 1029.)

### 2.2.3 Elintavat ja murtumahistoria

Elintapojen tiedetään vaikuttavan luuston terveyteen ja murtuma-alttiuteen. Tästä syytä elintapojen ja taustan tarkastelun aloittamista pidetään tarpeellisena kolmannen merkittävän murtuman jälkeen. Merkittävät murtumat kuvataan taulukossa 4 ja merkittävän murtuman jälkeiseen selvittelyyn liittyvät vaiheet ja toimet kuvataan taulukossa 7. (Mäkitie 2016b.)

Mäyränpää ym. (2012) havaitsivat tutkimuksessaan, että murtuma-alttiilla lapsilla oli alhainen kalsiumin saanti, D-vitamiinin puutos ja matala fyysinen aktiivisuus, vähän liikuntaa. Lisäksi tutkimuksessa kävi ilmi, että murtuma-alttiiden lasten sisaruksilla oli myös murtumia. Tästä tutkimuksessa päädyttiin ajatukseen, että murtumat heijastelisivat yleisemminkin enemmän elämäntapaa kuin perinnöllistä alttiutta murtumien synnyssä. Tutkijat pitävät tutkimustulokseensa perustuen, että avainasemassa olisikin tarkastella ravitsemukseen ja elintapoihin liittyviä tekijöitä, kuten D-vitamiinilisän käyttö, kalsiumin riittävä saanti murtuma-alttiuden syitä selvitellessä. (Mäyränpää ym. 2012, 1422.)

TAULUKKO 7. Merkittävän murtuman jälkeiset selvittelyt (Mäkitie 2016b; Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020)

Merkittävän murtuman jälkeiset toimet; murtuma-anamneesi aiheelliset toimet & selvittelyt		
Yksi tai useampi nikamamurtuma	Lastenlääkärin arviointi tilanteesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarkennettu murtuma-anamneesi (ikä, vammamekanismi, hoito ja paraneminen)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>2 tai useampi merkittävää murtumaa ennen 10 vuoden ikää</li> <li>TAI</li> <li>3 tai useampi merkittävää murtuma ennen 19 vuoden ikää</li> </ul>	Lastenlääkärin arviointi tilanteesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>murtumien ja osteoporoosin esiintymisen selvittely suvusta</li> <li>kasvu ja kehitys, puberteetin selvittely</li> <li>keliakia, syömishäiriöt, muut luustoa haurastuttavat perussairaudet</li> <li>Ravinto ja liikunta kartoitus</li> <li>Biokemialliset, laboratorionkokeet (PVK, P-Ca, S-D-25, P-Pi, fP-Afos, P-PTH)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alle 2 merkittävää murtumaa ennen 10 vuoden ikää</li> <li>TAI</li> <li>Alle kolme merkittävää murtumaa ennen 19 vuoden ikää</li> </ul>	<p>Ellei havaita perinnöllistä tai hankittua luustoa haurastuttavaa sairautta, varmistetaan että kalsiumin ja D-vitamiinin saanti vastaa suosituksia.</p>	

Mikäli taulukon 7 mukaisissa tutkimuksissa havaitaan viitteitä perinnöllisestä murtuma-alttiudesta tai luuston terveyttä haittaavasta perussairaudesta, ohjataan henkilö Käypä hoito -suositusten mukaan jatkotutkimuksiin erikoissairaanhoidon. Mikäli taulukon 7 mukaisissa tutkimuksissa ei havaita viitteitä perinnöllisestä tai hankitusta luuston terveyttä haittaavasta sairaudesta varmistetaan, että kalsiumin ja D-vitamiinin saanti on riittävää ja ohjataan että liikunnan määrä vastaisi annettuja luuston terveyttä edistäviä suosituksia. (Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020.)

### 3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Murtumat ovat yleisiä lapsuusiällä todetaan Mäyränpää ym. (2012) tutkimuksessa. Tutkimusartikkelissaan Mäyränpää ym. (2012) viittaavat myös muissa tutkimisissa tehtyihin saman suuntaisiin havaintoihin. (Mäyränpää, Mäkitie & Kallio 2010, 2752.)

Helsingissä vuonna toteutetussa 2005 väestötutkimuksessa havaittiin, että alle 16-vuotiaiden lasten murtumat ovat yleisesti ottaen vähentyneet, mutta käsivarren ja olkavarren murtumien määrä sitä vastoin oli lisääntynyt. Tutkimuksessa todetaan, että jatkotutkimukset ovat tarpeen tarkastelemaan näitä muutoksia, niiden mahdollista assosioitumista mm. fyysiseen aktiivisuuteen ja yleisen luuston terveyteen. (Mäyränpää ym. 2010, 2758.)

Tämän opinnäytetyön tutkimuksen **tarkoitus** oli selvittää miten murtumatutkimus 2005 annettu tavanomainen, kalsium-, D-vitamiini- ja aktiiviseen liikkumiseen kannustava elämäntapaohjeistus vaikuttavat kehdon mineraali- ja D-vitamiinipitoisuuteen ja onnistuttiinko Mäyränpää ym. v. 2005 toteutetulla interventiolla, D-vitamiini-, kalsium- ja tavanomaisella elämäntapaohjeistuksella, liikuntaan kannustamisella, katkaisemaan murtumien kierre toistuvasti murtumia saaneilla lapsilla, voitaisiinko tällä menetelmällä ehkäistä ja katkaista jo syntynyttä murtumakierrettä.

Opinnäytetyön tutkimuksen **tavoite** oli ymmärtää elintapojen merkitys lasten murtumien synnyssä ja ehkäisyssä sekä millainen merkitys ja teho on tavanomaisella elintapaohjauksella murtumakierteen katkaisemisessa. Tavoitteena oli selvittää lasten murtumiin, luuston terveyteen vaikuttavia riskitekijöitä ja löytää työkaluja ja menettelyä, joilla voitaisiin ehkäistä ja katkaista murtumakierre lapsilla, sekä arvioida hyötyisivätkö tai tarvittaisiinko murtumakierteiden yhteydessä D-vitamiini- ja kalsiumohjauksesta, interventiosta.

Tutkimus pyrki vastaamaan **tutkimuskysymykseen** riittääkö kalsium-, D-vitamiini- ja elämäntapaohjeistus uusien murtumien ehkäisyyn toistuvia murtumia saaneilla lapsilla, tulivatko lapset uuden murtuman vuoksi hoidettavaksi, milloin

oli viimeinen kontrollikäynti ja saatiinko murtumakierre katkaistua toteutetulla interventiolla.

Opinnäytetyönä tehtävä tutkimus oli hyödyllinen ja perusteltu että tutkittuun tietoon perustuen voitaisiin ymmärtää entistä paremmin, kuinka ja millaisilla toimilla lasten ja nuorten luuston terveyttä voidaan edistää ja ylläpitää, sekä ehkäistä murtumia ja murtumakierteitä. Tutkimus liittyy tekijänsä päivätyöhön lasten ja aikuisten luustosairauksia tutkivassa tutkimusryhmässä, kiinnostaa kaikin puolin myös yhteiskunnassa olevan D-vitamiinikeskustelun näkökulmasta ja omakohtaisesta kokemuksesta D-vitamiinitason nostamisesta luuston terveyden kannalta suositeltavalle tasolle. (Hirsjärvi, Remes, Sajaniemi 2009, 77–80.)

Luustonterveydestä huolehtiminen ja epäedullisten luustovaikutusten ehkäisy ovat kaikkien lapsia ja nuoria hoitavien vastuulla. (Arikoski, Kröger, Mäkitie, 2005, 2059) Tämän vuoksi jokaisen terveydenhuollossa lasten kanssa työskentelevän tulisi olla tietoinen lasten luuston terveyteen liittyvistä riskitekijöistä ja tunnistaa lasten poikkeavat murtumat.

Lasten murtumien aiheuttajien selvittämiseksi seurantatutkimuksessa tarkastellaan seurantakäynnille saapuneille tutkittaville tehtyjä ravitsemukselliseen luustonhaurauteen liittyviä taulukossa 5 mainittavia verikokeiden tutkimustuloksia (Mäkitie 2016b). Murtumien aiheuttajien ymmärtäminen ja tunnistaminen auttaa lasten luuston terveyden edistämässä ja voi auttaa murtumien ehkäisemisessä (taulukko 5).

## 4 MENETELMÄT

Opinnäytetyötutkimus on kvantitatiivinen, kausaalisuutta selvittelevä, kliininen kuvaileva, epidemiologinen, rekisteri- ja seurantatutkimus. Aineiston perusta on Helsingin Lasten ja nuorten sairaalassa 1/ 2005–2/2006 tehty murtumatutkimus (jatkossa ilmaisu murtumatutkimus 2005). Olemassa olevaa pohja-aineistoa täydennettiin vastaamaan tämän tutkimuksen tutkimuskysymykseen. Täydentävät tiedot kerättiin HUS-potilastietojärjestelmästä. Aineisto pseudonymisoitiin ja säilytettiin ja säilytetään toistaiseksi edelleen HUS tietoturvalisella palvelimella. Varmuuskopiot otettiin säännöllisin väliajoin aineiston tallentamisen aikana. Kerätty aineisto analysoitiin kvantitatiivisin menetelmin ja kuvattiin kvantitatiiviselle tutkimukselle luonteenomaisin menetelmin.

### 4.1 Tutkimusaineisto

Tutkimuksen aineisto N=68 koostuu murtumatutkimus 2005 kerätystä 4–16 vuotiaista tutkimukseen suostuneista, toistuvia tai poikkeavia murtumia saaneista lapsista ja nuorista, kohortista. Tutkimukseen v. 2005 mukaan rekrytoituilla ja otetuilla oli ollut vähintään yksi nikamamurtuma, kaksi pitkien luiden murtumaa ennen 10 vuoden ikää tai kolme pitkien luiden murtumaa ennen 16 vuoden ikää. Poissulku- ja mukaanottokriteerit kuvataan taulukossa 10 ja tutkimuksesta poissuljetut kuviossa 1.

Tutkittavien murtumahistoria kuvataan taulukossa 8. Kaikilta mukaan otetuilta katsottiin ensikäynnillä luun mineraalitiheys DXA mittauksella, tehtiin biokemialliset laboratoriokokeet ja otettiin selkärangan röntgenkuva. Lisäksi kartoitettiin perhetausta (myös murtumat muilla perheenjäsenillä) ja elämäntapahistoria (mm. liikunta, kalsiumin saanti, D-vitamiinin saanti ja aiemmat murtumat). Lasten metaboliselle luustopoliklinikalle seurantaa kutsuttiin heidät, joiden luuston tilanne arvioitiin kliinisin perustein lääkärin vastaanotolla kaikkein heikoimmaksi ensikäynnillä. (Taulukko 8.)

Pohja-aineiston (N=83) taustatiedot ja ensikäynnin mittaustulokset saatiin murtumatutkimus 2005 tutkijalta seurantatutkimusta ohjanneen tutkijan myötävaikutuksella. Murtumatutkimus 2005 osallistumaan kysytyt ja tietoisien suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta antaneet kutsuttiin ensikäynnille (BL, baseline) lääkärin vastaanotolle Lasten ja nuorten sairaalan metaboliselle luustopoliklinikalle missä myös seurantakäynnit toteutettiin. Ensikäynnillä tutkittavilta kartoitettiin taustaa, luuston terveydentilaa kattavasti biokemiallisilla kokeilla ja luustontilaa luuntiheysmittauksella sekä luuston terveyteen vaikuttavia elämäntapoja (taulukko 9.)

DXA-kuvaukset suoritettiin kaikille HUSissa käytössä olleella Hologic -merkin laitteella mittaustuloksen vertailukelpoisuuden ja tulosten luotettavuuden turvaamiseksi. Tutkimuksessa ei voitu huomioida sitä, että kuvaukseen käytettävä laitteen ikä olisi muuttunut mittauskertojen välillä, vaikka mittausten välinen suora vertailukelpoisuus tätä edellyttäisikin. (Uusitalo 2020, 1030.)

Ensikäynnillä luuston terveyttä tutkittiin laajasti verikokeilla, kuvantamisella (luustontiheysmittaus ja selkärangan natiiviröntgenkuvaus), kartoitettiin murtumahistoriaa ja perhetaustaa. Tutkimustulosten ja lääkärin tekemän kliinisen arvion perusteella huonoimman D-vitamiinipitoisuuden ja heikon luuston tiheyden omaavat kutsuttiin kontrolliin seurantakäynnille. Seurantakäyntien luonne ja sisältö olivat yhteneviä ensikäynnin kanssa. (Taulukko 9.)

Ensi- ja seurantakäynnillä tarkasteltiin luustontilanteen kehitystä pitkälti samoilla tutkimuksilla. Seurantakäynneillä tarkasteltiin kalsiumaineenvaihduntaa, D-vitamiinipitoisuutta ja saantia biokemiallisin menetelmin, verikokein ja kysellen. Luustontiheyttä tutkittiin DXA-mittauksella. Liikunnan määrää arviointi viikkotasolla tutkittavien omaan ilmoitukseen perusten. Uudet murtumat kartoitettiin tutkittavalta ja saattajalta (vanhemmat tai isovanhemmat) kysellen.

TAULUKKO 8. Seurantatutkimuksen koko kohortin kuvaus

	Ensikäynti N=68 (%)	Kontrollikäynti N=30 (%)	Nikamamurtumia kaikista murtumista murtumahistoriassa N (%)	Rajamurtumia kaikista murtumista murtumahistoriassa N (%)
Pojat	46 (68)	21 (70)	14 (21)	54(79)
Tytöt	22 (32)	9 (30)		

TAULUKKO 9. Luustotutkimuksia ja kartoituksia metabolisella luustovastaanottokäynnillä, tämän seurantatutkimuksen näkökulmasta.

Tutkimukset ja kartoitukset	Ensikäynti	Seurantakäynti, Kontrolimitaus
<b>Biokemialliset tutkimukset, verikokeet</b>		
S-D-25	x	x
P-Ca	x	x
P-Pi	x	x
P-PTH	x	x
fP-Afos	x	x
<b>Luuston kuvantaminen DXA ja natiiviröntgen</b>		
Lanneranka, lumbal	x	x
Reisiluunpää, hip	x	x
Selkärangan röntgenkuvaus	x	
<b>Elämäntavat, vastaanottokäynnillä kysely</b>		
Kalsiumin ja D-vitamiinin saanti	x	x
Fyysinen aktiivisuus, liikunta h/viikko	x	x
<b>Uudet murtumat</b>	x	x

## 4.2 Aineistonkeruu ja aikataulu

Tutkimuksen kohortti muodostuu vuoden 2005 murtumatutkimuksesta. Pohja-aineisto (N=83) saatiin v. 2005 murtumatutkimuksen tutkijalta (taulukko 8). Tässä tutkimuksessa tarvittavan seurantakäynneillä karttuneen aineiston tutkija keräsi itse HUS potilastietojärjestelmästä työnantajan kanssa sovituksi työajalla vuoden 2021 loppukesän ja syksyn aikana. Metabolisen luustovastaanoton kirjaukset

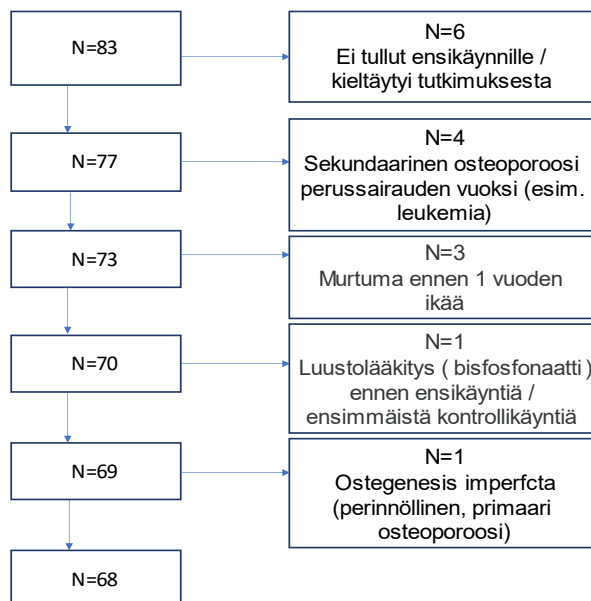


haettiin lastentautien (LAS) lehdeltä, murtumatiedot kirurgian (KIR) lehdistä, ja DXA luustontiheysmittauksen tulokset röntgentutkimusten potilastietojärjestelmästä. (Hirsjärvi, Remes, Sajajärvi 2009, 177–180.)

Aineiston ensisijaisena mukaanotto-, inkluusiokriteerinä tähän seurantatutkimukseen toimi tietoon perustuvan suostumuksen antaminen aiempaan, v. 2005–2006 tutkimukseen. Tämän tutkimuksen mukaanotto- ja poissulkukriteerit (inkluusio- ja eksklusiokriteerit) noudattavat vuoden 2005 kriteerien linjaa saadun pohja-aineiston osalta ja kuvataan taulukossa 10. Aineiston lopullinen vahvuus on N=68. Otokokoa ei kasvatettu tätä tutkimusta varten tutkimuksen seurantatehtävän vuoksi. Tiedot saatiin niiltä osin mitä HUS potilasasiakirjoihin oli kirjattu. Aineiston N-luku vaihtelee havainnoitujen tutkimusten osalta. Lähtötasomittauksesta puuttuu joitakin havainnoita, niitä ei ollut saatavilla. Kontrollikäynnillä otetut kokeet, havainnoimamme tutkimukset, määräytyivät kliinisen tarpeen mukaan tai jäivät pois muusta tuntemattomasta syystä. (Hirsjärvi, Remes, Sajajärvi 2009, 177–180; Uhari & Nieminen 2012, 77, 82.) Kohortin muodostuminen kuvataan poissulkukriteerien perusteella kuviossa 1.

TAULUKKO 10. Tutkimuksen mukaanotto- ja poissulkukriteerit

Poissulkukriteerit, murtuma- ja seurantatutkimus	Mukaanottokriteerit, seurantatutkimus
Ei tullut ensikäynnille / kieltäytyi tutkimuksesta	Tietoon perustuva tutkimussuostumus aiempaan murtumatutkimukseen
Sekundaarinen osteoporoosi perussairauden vuoksi (esim. leukemia)	Ei luustoon vaikuttavaa pitkäaikaista perussairautta
Murtuma ennen 1 vuoden ikää	Murtuma 1 vuoden iän jälkeen
Luustolääkitys (bisfosfonaatti) ennen ensikäyntiä / ensimmäistä kontrollikäyntiä	Ei luustolääkitystä ennen ensimmäistä kontrollikäyntiä
Ostegenesis imperfecta (perinnöllinen, primaari osteoporoosi)	Ensikäynti metabolisella luustovastaanotolla toteutunut ja vähintään yksi kontrollimittaus



KUVIO 1. Vuokaavio, poissulkukriteerien toteutuminen seurantalutkimuksen kohortissa ja kohortin koko.

Vuoden 2005 intervention tutkimuskohorttiin kuuluvien ensikäynnillä muodostunutta pohja-aineistoa kartutettiin tutkittavien seurantakäynnillä saaduilla mittausarvoilla HUS –potilasasiakirjoista vastaamaan tämän tutkimuksen tutkimuskysymyksiin. Potilasasiakirjoista kerättiin vain välttämättömät tutkimuskysymykseen vastaamiseen tarvittavat tarkoituksenmukaiset tiedot: 1) Luuston terveyttä kuvaavia biokemiallisia tutkimustuloksia seerumin D-vitamiinipitoisuus (S-D-25) ja myös plasman kalsium (P-Ca), fosfaatti (P-Pi), alkalinen fosfataasi (P-Afos) ja parathormoni (fP-PTH) seuranta-ajalta, 2) luuntiheysmittauksen (DXA) arvot (z-score/-luku) lannerangan ja reisiluun pään seuranta-ajalta, sekä 3) vuoden 2005 murtumatutkimuksen jälkeen syntyneet uudet murtumat, niiden ajankohdat, vammamekanismi ja sijainti kehossa, 4) viimeisen metabolisen luustovastaanoton ajankohta. Tutkittavan syntymäaika iän laskemiseksi ja sukupuoli tieto saatiin jo pohjatiedoissa. Tutkimuksen päämuuttujia ovat D-vitamiinipitoisuuden ja luun mineraalipitoisuuden muutos sekä ensikäynnin jälkeen syntyneet uudet murtumat. (Heikkilä, 2014.)

Aineiston seuranta-aika oli tarkoitus rajata 4-vuoteen, jolloin vuonna 2005 16-vuoden iässä tutkimukseen mukaan otetut ovat saavuttaneet 21-vuoden iän. 4-vuoden seuranta-aikaa kuitenkin jatkettiin. Näin toimittiin, kun kävi ilmi, että

seuranta jatkui, kontrollikäyntejä olikin enemmän vuosien saatossa ja koska osa tutkittavista oli saanut uusia murtumia tutkimukselle suunnitellun 4-vuoden seuranta-ajan jälkeen. Uusien murtumien osalta mukaan luettiin kaikki HUS potilasasiakirjoihin kirjatut murtumat, jotka havaittiin ja kartoitettiin sekä lastentautien- (LAS) että kirurgian (KIR) sairaskertomusmerkinnöistä. (Heikkilä, 2014.)

Tutkittaviin ei oltu yhteydessä tämän opinnäytetyön tutkimuksen puitteissa, vaan tarvittavat tiedot haettiin HUS –potilastiedoista. Tiedot saatiin niiltä osin mitä HUS potilasasiakirjoihin oli kirjattu. (Heikkilä, 2014) Aineiston pohja saatiin murtumatutkimuksen tutkijalta (LT M. Mäyränpää) kesäkuussa 2021, aineiston täydennys HUS potilastiedoista ja analysointi tehtiin syksyn ja vuodenvaihteen 2021–2022 aikana. Teoriaosuus kirjoitettiin vuoden 2021–2022 aikana. Valmis työ esitettiin keväällä 2022.

### **4.3 Aineiston hallinta ja analysointi**

Tutkimuksen luotettavuuteen, eettisyyteen, tutkimusaineiston tietoturvaan ja tutkittavien tietosuojaan vaikuttavat useat tekijät. Näitä tekijöitä ovat mm. huolellinen aineiston hallinta ja analysointi asiaan kuuluvilla ja tarkoituksen mukaisilla menetelmillä ja työkaluilla. (Hirsjärvi, Remes, Sajajärvi 2009, 230–231; Tietoarkisto 2021.)

Tutkimusaineisto, tutkittavien luustontiheysmittauksen (DXA) tulokset, luustonterveyttä kuvaavat biokemialliset mittaukset (veriarvot) ja tiedot mahdollisista intervention jälkeisistä murtumista kerättiin Helsingin ja Uudenmaan Sairaanhoidopiirin (HUS) potilastietojärjestelmästä ja analysoitiin kvantitatiivisen tutkimuksen tilastollisin menetelmin HUSin tietoturvallisella levyasemalla.

Aineiston analysoinnissa keskityttiin pääpiireissään havainnoimaan valittuja muuttujia lähtötasomittaus ja kontrollimittaus aikapisteessä ja sekä uusia murtumia saaneet että ei uusia murtumia saaneet ryhminä, ei jaottelemaan

havaintoja täydellisesti tyttöjen ja poikien kesken. Syynä tähän oli aineiston varsin alhainen N-luku ja mahdollisuus minkä tarjosi ikä- ja sukupuoli riippuvaisten muuttujien muuttaminen vertailukelpoiseksi ilman ikä- ja sukupuolivakiointia (Z-luvut). Tilastolliset testit tehtiin paritesteinä SPSS- ohjelmalla lähtötaso- ja kontrolliaikapisteen mittausarvoja vertaillen joko parametrisin tai epäparametrisin testein.

#### 4.3.1 Aineiston hallinta

Tämän tutkimuksen aineistohallintasuunnitelma tehtiin erillisellä sitä varten olevalla DMPTuuli -sovelluksella (Data management planning tool). Näin menetellen voitiin ehkäistä aineiston vaarantuminen ja turvata jatkokäyttömahdollisuus. Aineiston hallinnan ohjeen sekä laki lääketieteellisestä tutkimuksesta mukaan pohdittiin tarvetta eettisestä ennakoarvioinnista. Tarvetta ei havaittu koska tutkimus suoritettiin Mäkitie-tutkimusryhmässä tutkimusryhmän johtajan voimassa olevalla HUS tutkimusluvalla. Tutkimuksen rahoittajat voivat tarkistaa tutkimuksen aineiston hallinnan ja todeta että aineiston elinkaari ja jatkokäyttö on turvattu mutta avoin saatavuus ei toteudu aineiston sensitiivisyyden vuoksi. (Tietoarkisto 2021; HUS, Pysyväisohje 20/2018.) Voidaan ajatella, että aineiston hallinta kasvatti tämän tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimuksen FAIR-periaatteen (findable, accessible, interoperable, reusable) mukaan tutkimus ja menetelmät ovat löydettävissä, saatavilla, siirrettävissä tai yhdistettävissä ja uudelleen käytettävissä, mutta aineisto voidaan luovuttaa vain erillisen harkinnan perustella aineiston huomattavan sensitiivisyyden, terveystietojen vuoksi. Huomioimalla FAIR-periaatteen kaikki tälle tutkimukselle mahdolliset osa-alueet turvattiin tutkimuksen dokumentoimisen lisäksi tutkimuksen eettisyys ja se että tutkimuksen kaikki osat luetaan ansioiksi digitalisaatio mahdollistaessa tutkimustulosten julkaisemisen ilman kunnollisia lähdeviitteitä. (Parland-von Essen 2021.)

Opinnäytetyöntekijä keräsi tutkimuksessa tarvittavat tiedot, täydentävän aineiston HUS-potilastietojärjestelmästä, taulukoi ja tallensi tiedot HUS-

levyasemalle Hus-päätteellä työskennellen loppukesän ja alkusyksyn 2021 aikana. Tietojen määrä minimoitiin vain välttämättömiin mutta tutkimuksen laadukkaan ja luotettavan suorittamisen ja totuuden mukaisten tulosten turvaamiseksi tarvittaviin tietoihin. Tallennuksen jälkeen aineisto pseudonymisoitiin ennen tilastollisia analyysejä. Rekisterinpitäjänä tutkimuksessa toimi Mäkitie -tutkimusryhmän rekisterinpitäjät, yhteisrekisterinpitäjä: Helsingin yliopisto, HUS ja Folkhälsan. (Tietosuojavaltuutettu, Henkilötietojen minimointi n.d.)

Aineiston koodinpurkuun tarvittava data säilytettiin HUSin tietoturvalisella henkilökohtaisella levyasemalla, minne kirjaudutaan tutkijan omalla henkilökohtaisella HUS-tunnuksella ja salasanalla.

#### **4.3.2 Aineiston analysointi**

Tutkimusta harjoittavien tieteiden käytännön mukaan tässä tutkimuksessa tutkimusaineisto kerättiin, tallennettiin ja analysoitiin huolellisesti laadukkailla kvantitatiiviselle tutkimukselle tarkoitetuilla tilastollisilla analyysimenetelmillä ja sovelluksella. Tilastotiedot kuvataan tiivistetyksi taulukossa tai graafisina esityksinä tai aineistolle tunnusomaisilla ja tarkoituksenmukaisilla tunnusluvuilla. Tilastolliseen testaamiseen ja analysointiin aineistosta tehtäviä johtopäätöksiä varten käytettiin tilastollisen testaamisen työkalua IBM SPSS® Statistics versio 25, HUS lisenssillä ja levyasemalla. Aineiston analysoinnin tulosten luotettavuus turvattiin onnistuneella, huolellisella aineistonkeruulla, tarkoituksenmukaisella mittarilla ja käsittelyssä käytetyillä menetelmillä. (Karjalainen 2018, 8, 16.)

Tutkimuksessa oli tarkoitus selvittää, havaitaanko tilastollisesti merkittävää eroa eri aikapisteissä mitattujen muuttujien välillä. Vertailu suoritettiin ensikäynnin ja (lähtötasomittaus, BL, baselinemittaus) kontrollikäynnin mittauservojen välillä.

Tutkimuksen ensikäynnin, lähtötasomittauksen otoskoko on N=68. Aineistoa kerätessä kontrollimittausaikapisteiden 12kk, 24kk ja >24kk ensikäynnistä laskettuna havaintojen määrä todettiin vähäiseksi, tilastolliselle analyysille

toimimattomaksi, N-luvun jäädessä selkeästi alle 30/kontrollimittausaikapisteen havainnot. Tämä johtui siitä, ettei kaikkia tutkittavia (N=68) kutsuttu kontrollikäynnille perustuen ensikäynnin tutkimushavaintoihin ja että osalla ensimmäinen kontrollikäynti toteutui ensikäynnillä syntyneiden havaintojen perusteella joko 6kk, 12kk, 24kk tai yli 24kk kuluttua ensikäynnistä, lähtötasomittauksesta.

Yksittäisen kontrolliaikapisteen havaintoyksiköiden N-luvun pienuuden vuoksi sovittiin opinnäytetyön tutkimuksen substanssin ohjaajan Outi Mäkätien ehdotuksesta, että saatavilla olevista kontrollimittausarvoista muodostetaan yksi kontrolliaikapistekokonaisuus tilastollisia analyysejä varten. Analysoitaviksi kontrolliarvoiksi käytettiin ensisijaisesti ensimmäisiä lähimpänä ensikäyntiä olevia kontrollimittausarvoja. Periaatteena siis pidettiin valita lähimpänä lähtötasomittausta olevat samalla kertaa saadut kontrollimittauksen havaintoarvot. Mikäli jokin biokemiallinen tai DXA-mittaus (lanneranka tai reisiluun pää) puuttui, ei tätä arvoa korvattu toisen aikapisteen mittaustuloksella, vaan tämä on puuttuva tieto ja tästä johtuen havaintojen N-luku vaihtelee analyyseissa/havainto.

Biokemiallisista analyyseistä S-D-25, P-Ca, P-Pi, fP-PTH sekä DXA mittausten tulokset voitiin analysoida sellaisenaan. P-Afos viitearvot ovat ikä ja sukupuolisidonnaisia. Tämä vuoksi P-Afos arvot muutettiin Z-luvuksi tilastollisen testaamisen ja vertailun mahdollistamiseksi vähäisessä havaintojen määrässä N=28. Viitearvot kuvaavat -2 SD - + 2SD jakaumaa, joten Z-luku tarkoittaa samaa kuin luku SD-yksiköissä. On laskettu miten ko. Afos -mittaustulos asettuu viitearvokäyrästä ja se ilmoitetaan SD-yksiköissä eli Z-lukuna. Tarkempi yksilöity ohje ja monivaiheinen kaavat tämän Z-luvun laskemiseen saatiin työtä ohjanneelta professori Mäkätieltä.

Excel-tiedostoon taulukoitu ja tallennettu huolellisesti kerätty tarkoituksen mukainen aineisto tarkistettiin ja siivottiin. Tarkistuksessa käytiin läpi satunnaisesti valiten vähintään 10 % tallennetusta datasta. Aineisto pidettiin yhtenä Excel -tiedostona mutta jaettiin tarvittaessa tarkoituksen mukaisesti DXA-mittaukset ja biokemialliset mittauservat omiksi taulukoiksi, tiedostoiksi SPSS

analyysejä varten. Siivottu ja tarkastettu asianmukainen aineisto importoitii SPSS-ohjelmaan tilastollisia analyyseja varten.

Aineiston muuttujat ovat määrällisiä ja jatkuvia. Aineiston pienuudesta johtuen tilastollisissa analyyseissä tarkasteltiin ensin aineiston kunkin havainnon, biokemiallisten ja DXA-mittaukset normaalijakautuneisuutta. Tarkastelu tehtiin SPSS Analyze, Discriptive Statstics, Explore -toiminnolla. Normaalijakautunut aineisto testattiin ja analysoitiin parametristen aineistojen paritesteillä. Epänormaalisti jakautunut aineisto testaamiseen käytettiin epäparametrisia paritestejä. (Karjalainen, 2018, 230.) Normaalijakautuneisuudessa oli vaihtelua DXA-mittausten ja biokemiallisten sekä ensikäynnin (lähtötasomittaus) että kontrollimittausten havaintoarvoissa. Normaalijakaumat ilmoitetaan taulukoissa 12 ja 15. (Karjalainen, 2018, 20–21, 222.)

Normaalijakauman ja samalla saatujen tunnus- ja keskilukujen (mediaani) tarkastelun jälkeen vertailtiin kahden eri aikapisteen, ensikäynnin ja kontrollikäynnin mittausten havaintojen eroavaisuutta. Mediaania käytettiin, sillä se kertoo, että puolet havainnoista on sitä suurempia ja puolet pienempiä. Mediaaniin eivät vaikuta vinon aineiston poikkeavat havainnot. Normaalijakautunut aineiston testattiin parametrisella riippuvien, parittaisten otosten eli verrannollisten parien Paired Sample T-testillä. Ei-normaalijakautuneiden aineistojen havaintojen keskiarvoja testattiin epäparametrisella Wilcoxonin testillä mutta myös parametrisella Paired Sample T-testillä ristiriitaisen normaalijakautuneisuustuloksen vuoksi. Aineiston analysoinnissa käytettiin 95 % luottamusväliä ja päätelmissä käytettiin p-arvoa 0,05. Näin voidaan luottaa, että analyysitulokset ovat luotettavia ja jäljelle jää 5 % mahdollisuus, että tulokset ovat sattumaa. (Karjalainen, 2018, 90–91, 215, 220-221, 230–231, 234.)

Korrelaatiokertoimia ei laskettu tässä tutkimuksessa. Korrelointia tarkasteltiin ainoastaan Excel-tiedostossa laadittujen hajontakaavioiden perusteella.

## 5 TULOKSET

Aineisto koostuu helsinkiläisistä toistuvia murtumia saaneista 4–16 vuoden ikäisistä lapsista ja nuorista. Tähän seurantatutkimukseen mukaan luettiin yhteensä 68 ensikäynnille osallistunutta tietoon perustuvan tutkimussuostumuksen antanutta. Seurantakäynneille kutsuttiin 33 heikoimman luustontilanteen omaavaa lasta. 3 kieltäytyi seurannasta. (Taulukko 11.)

TAULUKKO 11. Aineiston kuvaus, seurantatutkimukseen osallistuneet

Havainto	Poika N (%)	Tyttö N (%)	Yhteensä N (%)
Ensikäynnillä	46 (67,6)	22 (32,4)	68 (100,0)
Kontrolliin kutsuttu	22 (70,0)	11 (30,0)	33 (48,5)
Kontrolliin kutsuttu, ei osallistunut	1 (3,0)	2 (6,1)	3 (4,4)
Kontrollikäynti, kyllä	21 (70,0)	9 (30,0)	30 (44,1)
Afrikan etinen tausta	1 (3,3)	1(3,3)	2 (6,7)

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onnistuiko toistuvien murtumien syntymisen ehkäiseminen, murtumakierteen katkeaminen. Lisäksi oli tavoitteena selvittää millainen merkitys elintavoilla ja tavanomaisella elämäntapaohjauksella on murtumakierteen katkaisemisessa. Tätä varten seurantatutkimuksessa kartoitettiin murtumatutkimuksen 2005 ensikäynnin jälkeen syntyneet uudet murtumat ja seurantakäynneillä kontrolloitu D-vitamiinipitoisuuden sekä luun mineraalitiheyden muutos.

Muita luuston terveyttä kuvaavia ja tarkasteltuja muuttujia olivat biokemialliset analyysit, laboratoriokokeet, veriarvot P-Ca, P-Afos, P-PTH ja P-Pi. Lisäksi tarkasteltiin elintapoja, D-vitamiini- ja kalsiumlisän käyttöä, maitotuotteiden kulutusta ja fyysistä aktiivisuutta, liikuntaa. Ensikäynnillä tehtyjä tutkimustuloksia ja havaintoja verrattiin ensimmäisellä seurantakäynnillä tehtyihin havaintoihin ja tutkimuksiin.

Biokemiallisten analyysien, verikokeiden tulokset ja normaalijakaumat kuvataan taulukossa 15. Normaalijakautumisen perusteella tehtyjen tilastollisten



analyysien, parametristen ja epäparametristen testien tulokset ilmoitetaan taulukossa 16.

Luuntiheys mitattiin lannerangasta ja reisiluunpäästä ja tulokset ilmoitetaan taulukossa 12 ja 13. Lannerangan kontrollimittauksen havaintoarvojen normaalijakaumaa testaavien Kolmogorov-Smirnov (sig. 0,012) ja Shapiro-Wilk (sig. 0,299) -testien tulos oli keskenään ristiriitainen. Tämän ristiriidan vuoksi lannerangan lähtötasomittauksen ja kontrollimittauksen havaintoarvoja analysoitiin sekä parametrisellä että epäparametrisellä testillä. (Taulukko 12. ja 13.)

### **5.1 D-vitamiinipitoisuus, S – D – 25 (OH-25)**

D-vitamiinipitoisuusarvot olivat normaalijakautuneet sekä lähtötaso- että kontrollimittauksessa (taulukko 15). Tilastolliset testit tehtiin parametrisin testein.

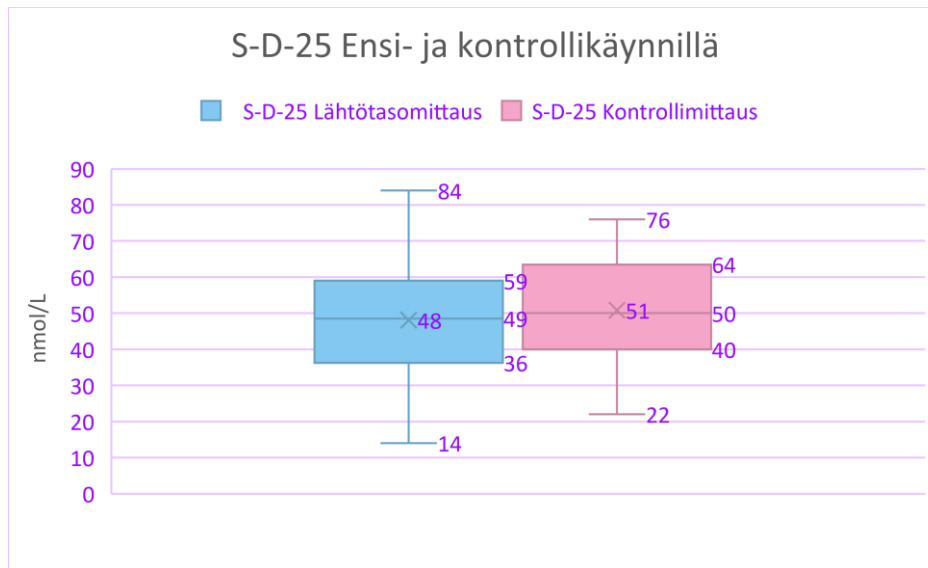
Paired Samples T-testin perusteella D-vitamiinipitoisuudessa havaitaan tilastollisesti merkitsevä ero lähtötaso- ja kontrollimittauksen välillä, ( $p < 0,05$ ), (taulukko 16).

Lähtötasomittauksessa (N=68) tutkittavista 54 %:lla (N=37) seerumin D-vitamiinipitoisuus oli alle tavoitteen 50nmol/L, mediaani 49 ja vaihteluväli 14–84 nmol/L. Kontrollimittauksessa (N=29) tutkittavista 44,8 %:lla (N=13) D-vitamiinipitoisuus oli alle tavoitteen 50nmol/L, mediaani oli 50 ja vaihteluväli 22–76. (Taulukko 15.)

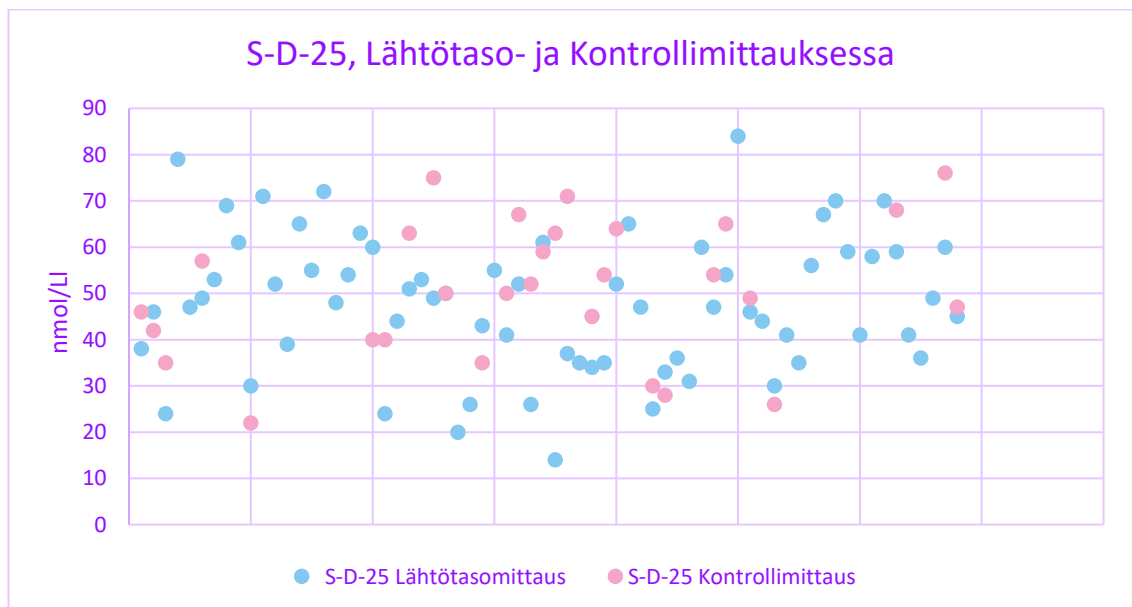
Kuviossa 2 esitetään D-vitamiinipitoisuuden vaihteluväli lähtötaso- ja kontrollimittauksessa. Kuviossa 2 käy esiin kaventunut vaihteluväli sekä parantunut mediaani ja minimiarvo.

Kontrollimittauksessa (N=29), D-vitamiinipitoisuus oli alle 25nmol/L yhdellä (3%) tutkittavista ja 75 nmol/l tai enemmän kahdella (7%). Lähtötasomittauksen ja

kontrollimittauksen S-D-25 arvojen hajonta käy ilmi myös pistekuviossa 3. (Kuvio 3.)



KUVIO 2. Seerumin D-vitamiinipitoisuuden vaihteluvälit lähtötaso- (N=68) ja kontrollimittauksessa (N=29). Vaihteluväli kaventunut, mediaani parantunut.

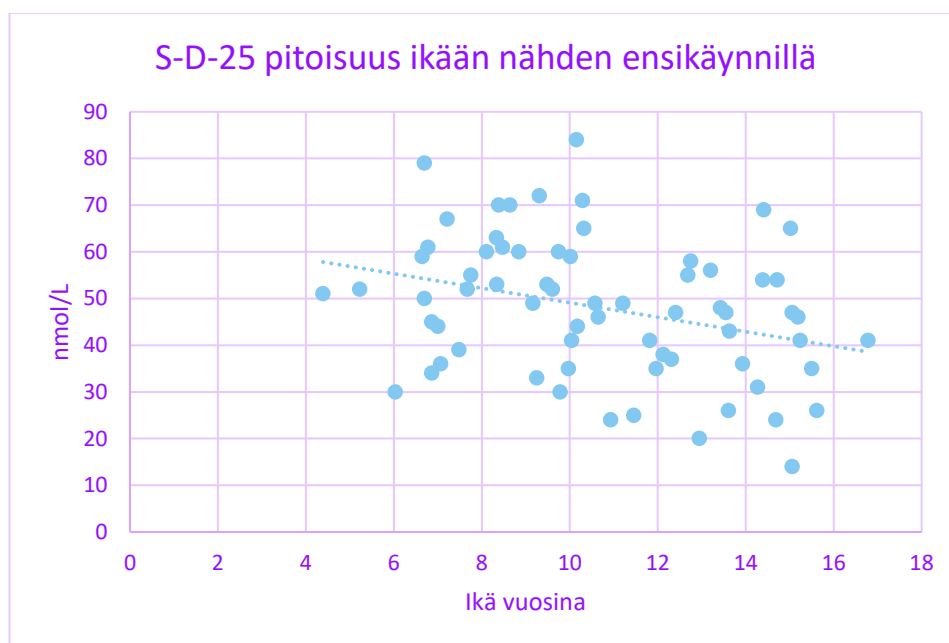


KUVIO 3. Seerumin D-vitamiinipitoisuus (25-OH) lähtötaso- (N=68) ja kontrollimittauksessa (N=29).

Ei-uusia murtumia saaneilla lähtötasomittauksessa (N=55) D-vitamiinipitoisuuden mediaani oli 49, ja vaihteluväli 24–84. Kontrollimittauksessa ei-uusia murtumia ryhmän (N=21) mediaani oli 50 ja vaihteluväli 22–76 nmol/L. (Taulukko 15.)

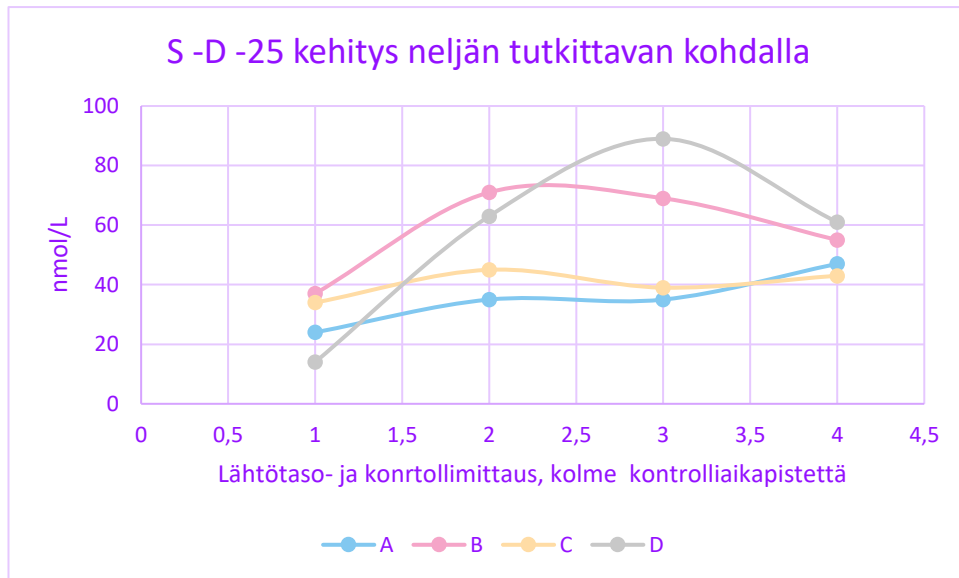
Uusia murtumia saaneiden lähtötasomittauksessa D-vitamiinipitoisuuden mediaani oli 45 ja vaihteluväli 14–70. Kontrollimittauksessa D-pitoisuuden mediaani oli 58 ja vaihteluväli 28–65 nmol/L. (Taulukko 15.)

Lähtötasomittauksen D-vitamiinipitoisuuksia (N=68) tarkasteltaessa havaittiin, että D-vitamiinipitoisuus oli sitä matalampi mitä vanhemmasta lapsesta oli kyse (kuvio 4).



KUVIO 4. Ikä ja seerumin D-vitamiinipitoisuus lähtötasomittauksessa (N=68), ensikäynnillä. Iän lisääntyessä pitoisuus heikkenee.

D-vitamiinipitoisuuden kehityksessä havaittiin aineistoa tallennettaessa vaihtelua. Kuviossa 5 esitetään viivadiagrammissa esimerkki havaitusta vaihtelusta neljän sattumanvaraisesti valitun tutkittavan A, B, C ja D kolmessa perättäisessä S-D-25 mittausta seurannan aikana.



KUVIO 5. D-vitamiinipitoisuuden kehitys seurannan aikana neljällä tutkittavalla kolmessa eri mittauksessa.

## 5.2 DXA, luuntiheysmittaus

Lannerangan ja reisiluun pään mittausten tunnusluvut, normaalijakaumat ja tilastollisen testin tulokset kuvataan taulukossa 12. Tilastolliset testit on tehty noudattaen normaalijakautumisen tulosta parametrisin ja epäparametrisin testein.

Taulukon 13. mukaan lähtötaso- ja kontrollimittauksen lannerangan (sig. 0,006) ja reisiluunpään (sig. 0,039) vertailussa (N=30) havaittiin tilastollisesti merkittävää muutosta,  $p < 0,05$ .

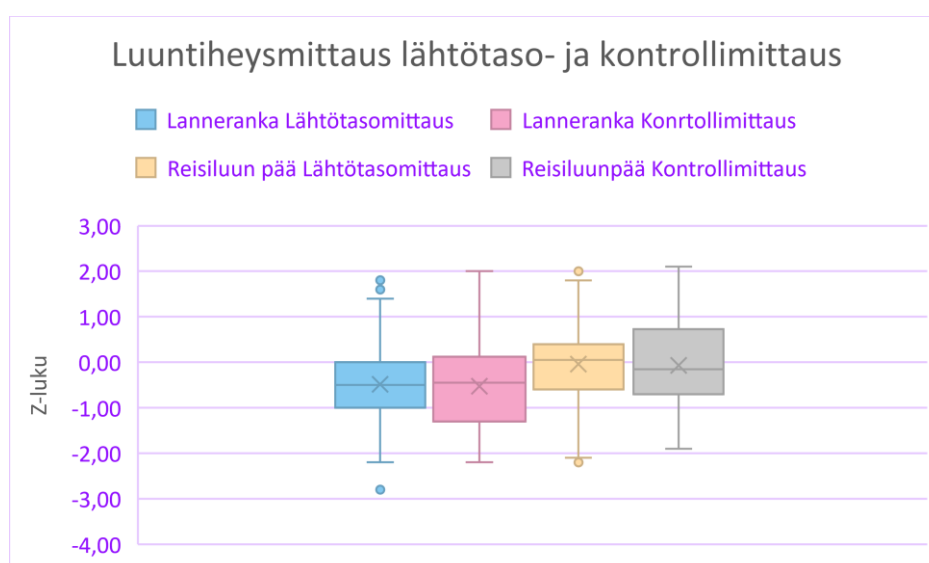
Lannerangan luuntiheydessä havaittiin myös epäparametrisen Wilcoxon -paritestin mukaan lähtötaso- ja kontrollimittausten tuloksissa tilastollisesti merkitsevää eroa,  $p < 0,05$ . Lannerangan mittauksen parametrisin ja epäparametrisin testi tehtiin johtuen lannerangan normaalijakautumisen ristiriitaisesta tuloksesta. (Taulukko 12. ja 13.)

Lähtötasomittauksessa lannerangan (N=67) Z-luvun mediaani oli -0,50 ja vaihteluväli -2,80–1,80 kuten taulukossa 12. Reisiluunpään (N=68) mediaani oli 0.05 ja vaihteluväli -2,20–2,00. Kontrollimittauksessa (N=30) lannerangan

mediaani oli -0,45, vaihteluväli -2,20–2,00 ja reisiluun pään mediaani -0,15 ja vaihteluväli -1,90–2,10. (Taulukko 12.)

Lannerangan Z-lukuarvoja  $\leq -2,0$  oli lähtötasomittauksessa tutkittavista (N=67) yhteensä kolmella (4,4%) ja kontrollimittauksissa kahdella (6,7%). Reisiluunpään lähtötasomittauksessa Z-lukuarvoja  $\leq -2,0$  havaittiin kaksi (2,9%) ja kontrollimittauksissa Z-lukuarvoja  $\leq -2,0$  ei havaittu. Kaikkiaan kontrollimittauksessa havaittiin  $\leq -2,0$  arvoja vähemmän kuin lähtötasomittauksessa. (Taulukko 12.)

Kuviossa 6 esitetään sekä lannerangan että reisiluunpään mineraalitiheyden mittauksen vaihteluvälit lähtötaso- ja kontrollimittauksessa. Havaitaan että minimiarvot ovat kohentuneet sekä lannerangan että reisiluun pään mittauksessa.



KUVIO 6. Luun mineraalitiheys (BMD), lanneranka ja reisiluunpää, lähtötasomittauksen ja kontrollimittauksen vaihteluvälit.

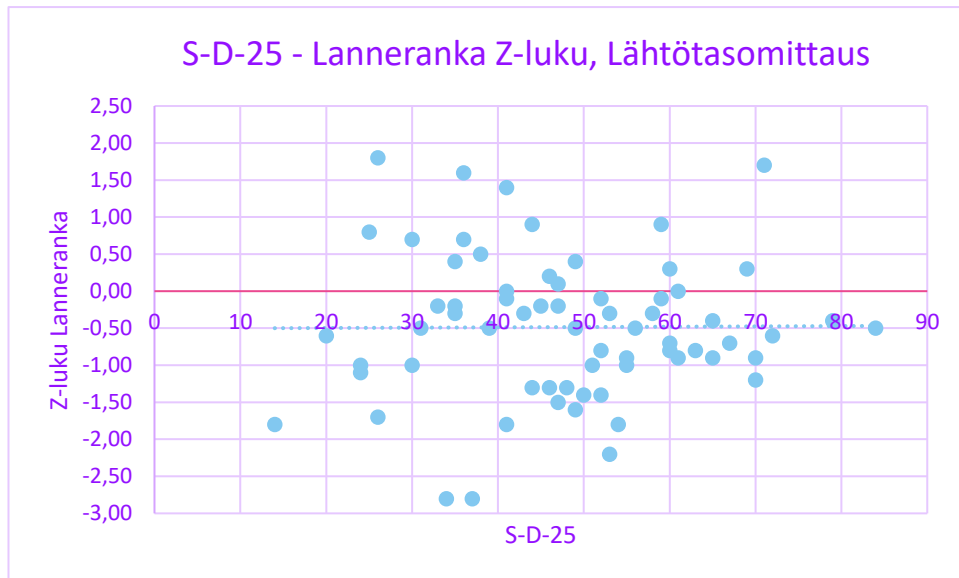
Ei-uusia murtumia saaneilla (N=54) lähtötasomittauksessa lannerangan mediaani oli -0,50 ja vaihteluväli -2,80–1,70 ja kontrollimittauksessa (N=22) mediaani -1,10 ja vaihteluväli -2,10–2,00. Reisiluunpään lähtötasomittauksen (N=55) mediaani oli 0,10 ja vaihteluväli -1,80–2,00 ja kontrollimittauksessa (N=22) mediaani -0,10 ja vaihteluväli -1,60–2,10. Lannerangan lähtötasomittauksessa Z-lukuarvoja  $\leq -2,0$  oli kolme (5,6%) ja kontrollimittauksessa (N=22) yksi (4,5%).

Reisiluunpään osalta ei havaittu  $\leq -2,0$  olevia Z-lukuarvoja kummassakaan mittauksessa. Kaikkiaan ei-uusia murtumia saaneilla havaittiin kontrollimittauksessa  $\leq -2,0$  arvoja vähemmän kuin lähtötasomittauksessa. (Taulukko 12.)

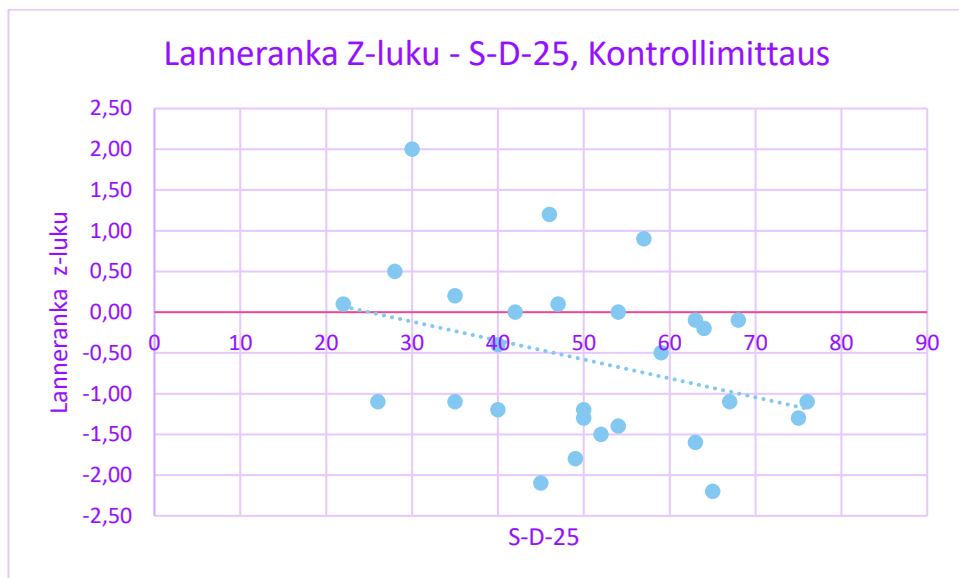
Uusia murtumia saaneilla lähtötasomittauksessa (N=13) lannerangan mediaani oli -0,30 ja vaihteluväli -1,80 – 1,80 ja kontrollimittauksessa (N=8) mediaani oli -0,05 ja vaihteluväli -2,20–0,50. Reisiluunpään lähtötasomittauksessa (N=13) 0,00 ja vaihteluväli -2,20–1,10. Kontrollimittauksessa mediaani oli -0,35 ja vaihteluväli -1,90–0,70. Lannerangan  $\leq -2,0$  Z-lukuarvoja ei havaittu lähtötasomittauksessa, mutta kontrollimittauksessa niitä oli yksi (12,5%). Reisiluunpään lähtötasomittauksessa Z-lukuarvoja  $\leq -2,0$  oli kaksi (15,4%), kontrollimittauksessa Z-lukuarvoja  $\leq -2,0$  ei havaittu. Uusia murtumia saaneilla havaittiin lannerangan  $\leq -2,0$  arvoja enemmän kuin lähtötasomittauksessa, mutta reisiluun pään mittauksessa enemmän. (Taulukko 12.)

Luun mineraalitiheys verrattuna D-vitamiinipitoisuuteen, S-D-25, esitetään kuvioissa 7, 8, 9 ja 10. Näissä kuvioissa käy ilmi, miten D-vitamiinipitoisuus korreloi mineraalitiheyden kanssa.

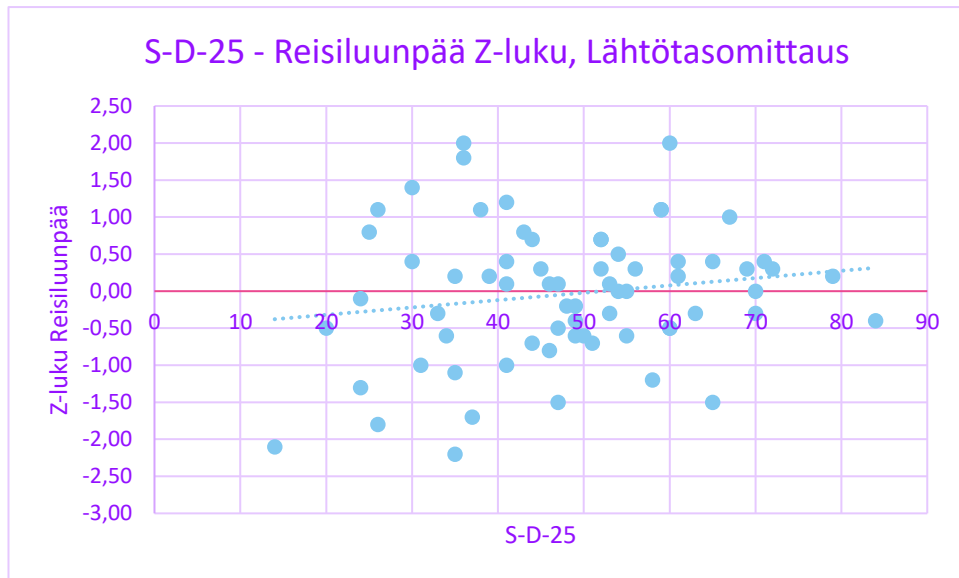
Kuviossa 7 ilmenee että D-vitamiinipitoisuuden muutoksella ei olisi ollut vaikutusta mineraalitiheyteen (BMD) lannerangan lähtötasomittauksessa. Lannerangan kontrollimittauksen osalta havaitaan kuviossa 8 että D-vitamiinipitoisuuden kasvaessa luun mineraalitiheys (BMD) heikkenee. Reisiluunpään lähtötasomittauksessa puolestaan havaitaan, että D-vitamiinipitoisuuden kasvaessa myös mitattu mineraalitiheys kohenee, kuvio 9. Kuviossa 10 käy ilmi, että mineraalitiheys heikkenee D-vitamiinipitoisuuden kohotessa. Kuvioissa esiintyvä tilanne missä korkeampi D-vitamiinipitoisuus näyttäisi yhdistyvän matalampaan BMD:en on mielenkiintoinen ja osoittaa miten luuston terveyteen vaikuttavat suoraan tai välillisesti monet muutkin tekijät kuin D-vitamiini.



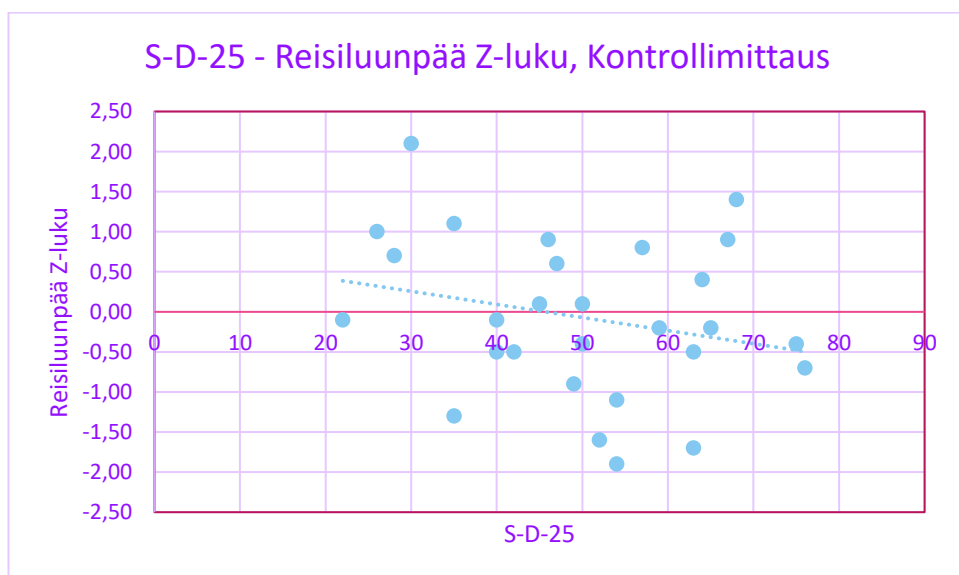
KUVIO 7. Luun mineraalitiheyden (BMD) muutos verrattuna D-vitamiinipitoisuuden (S-D-25) muutokseen lannerangan lähtötasomittauksessa.



KUVIO 8. Luun mineraalitiheyden (BMD) muutos verrattuna D-vitamiinipitoisuuden (S-D-25) muutokseen lannerangan kontrollimittauksessa.



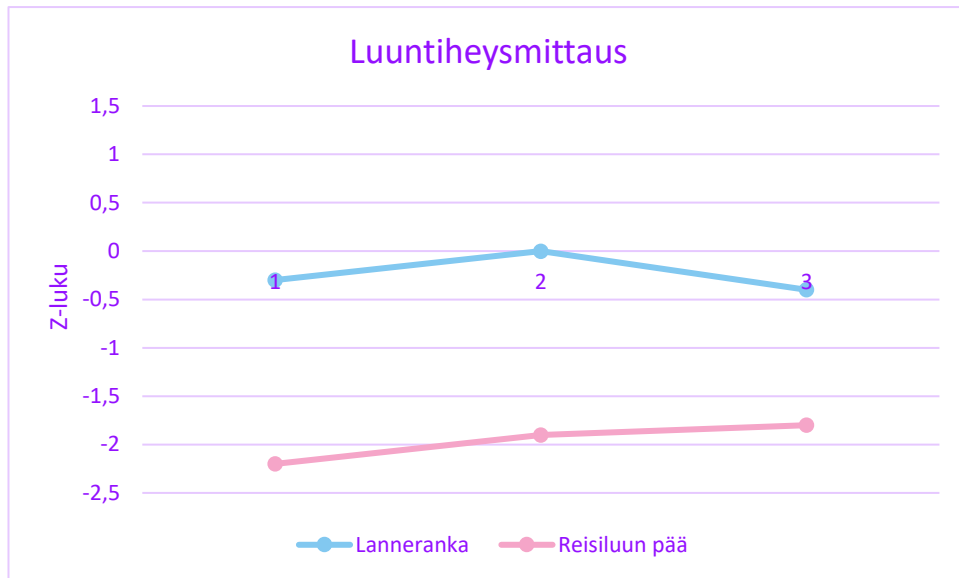
KUVIO 9. Luun mineraalitiheyden (BMD) muutos verrattuna D-vitamiinipitoisuuden (S-D-25) muutokseen reisiluunpään lähtötasomittauksessa.



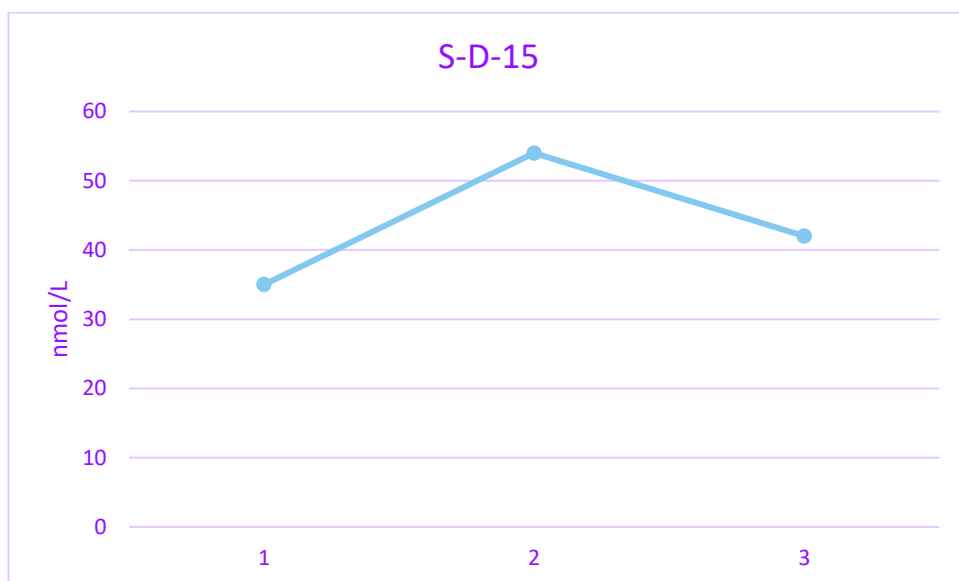
KUVIO 10. Luun mineraalitiheyden (BMD) muutos verrattuna D-vitamiinipitoisuuden (S-D-25) muutokseen reisiluunpään kontrollimittauksessa.

Kuvioissa 11 ja 12 käy ilmi erään lapsen 25-OHD pitoisuuden sekä luun mineraalitiheyden (BMD) kehitys seurannan aikana. Havaitaan, että BMD paranee 25-OHD-pitoisuuden kasvaessa aluksi ja jatkaa paranemista myös reisiluun pään osalta, vaikka D-vitamiinipitoisuus heikkenee. Lannerangan osalta kehitys seuraa D-vitamiinipitoisuuden kehitystä.





KUVIO 11. Erään lapsen luustontiheyden kehitys, lähtötaso ja kaksi kontrollimittausta. Saman lapsen S-D-25 pitoisuuden kehitys kuviossa 12.



KUVIO 12. Erään lapsen S-D-25 pitoisuuden kehitys, lähtötasomittaus ja kaksi kontrollimittausta. Saman lapsen luustontiheyden kehitys kuviossa 11.

TAULUKKO 12. Luuntiheyden mittaus (DXA), tunnusluvut, jakaumat ja tulokset.

Analysoitu aineisto	N	Mediaani	Minimi	Maksimi	K-S sig.*	S-W sig.*	Z-luku $\leq -2,0$ N (%)
<b>KAIKKI</b>							
<b>Lanneranka</b>							
Lähtötasomittaus	67	-0,50	-2,80	1,80	0,200	0,577	3 (4,4)
Kontrollimittaus	30	-0,45	-2,20	2,00	0,012	0,299	2 (6,6)
<b>Reisiluunpää</b>							
Lähtötasomittaus	68	0,05	-2,20	2,00	0,200	0,676	2 (2,9)
Kontrollimittaus	30	-0,15	-1,90	2,10	0,200	0,895	0 (0)
<b>EI UUSIA MURTUMIA</b>							
<b>Lanneranka</b>							
Lähtötasomittaus	54	-0,50	-2,80	1,70	0,200	0,750	3 (5,5)
Kontrollimittaus	22	-1,10	-2,10	2,00	0,002	0,087	1 (4,5)
<b>Reisiluunpää</b>							
Lähtötasomittaus	55	0,10	-1,80	2,00	0,200	0,733	0 (0)
Kontrollimittaus	22	-0,10	-1,60	2,10	0,200	0,797	0 (0)
<b>ON UUSIA MURTUMIA</b>							
<b>Lanneranka</b>							
Lähtötasomittaus	13	-0,30	-1,80	1,80	0,200	0,528	0 (0)
Kontrollimittaus	8	-0,05	-2,20	0,50	0,005	0,023	1 (12,5)
<b>Reisiluunpää</b>							
Lähtötasomittaus	13	0,00	-2,20	1,10	0,124	0,056	2 (15,4)
Kontrolli	8	-0,35	-1,90	0,70	0,200	0,258	0(0)

Selitteet: \* = Normaalijakautuminen, Kolmogorow-Smirnov (K-S) ja Shapiro-Wilk (S-W)

TAULUKKO 13. Lannerangan ja reisiluunpään BMD vertailu, parametrinen Paired Samples T-testi ja epäparametrisen Wilcoxon testin tulokset

Analysoitu aineisto: Lähtötaso vs. Kontrolli	N	Sig. (2-tailed)	Huomioita
Lanneranka	30	0,006	p<0,05, ryhmien välillä on tilastollisesti merkittävä ero
Lanneranka	30	0,007	(Wilcoxon) p<0,05, ryhmien välillä on tilastollisesti merkittävä ero
Reisiluunpää	30	0,039	p<0,05, ryhmien välillä on tilastollisesti merkittävä ero

### 5.3 Uudet murtumat

Uusien murtumien lukumäärä, merkittävyys, vammamekanismit ja sijainti vartalolla kuvataan taulukossa 14. Taulukossa 14 ilmoitetaan murtumien syntyäika ensikäynnin jälkeen ja tutkittavan ikä murtuman tullessa.

Kohortissa (N=68) ilmaantui kaikkiaan 15 uutta murtumaa yhteensä 13 (19%) tutkittavalle. Uudet murtumat jakoutuivat n. 7 vuoden ajalle ensikäynnin jälkeen. (Tauluko 14.)

Uusia murtumia saaneista (N=13) oli poikia 12 (92%) ja tyttöjä 1 (8%). Yhden uuden murtuman sai 11 (16%) ja kaksi uutta murtumaa 2 (3%). Kaikki kaksi uutta murtumaa saaneet olivat poikia. Toiset uudet murtumat syntyivät liikenneonnettomuudessa. Yhtään uutta nikamamurtumaa ei havaittu. (Taulukko 14.)

Murtumia aiheutui liikenneonnettomuuksissa (27%) ja liikuntaharrastuksissa (40%) sekä erilaisissa arkisissa aktiviteeteissa, leikit (13%), kaatuminen kävellessä (13%) ja itse aiheutettu käden loukkaaminen nyrkin iskussa (7%). Uusista murtumista merkittäviä murtumia murtumahistoriassa oli 46,7%. (Taulukko 14.)

TAULUKKO 14. Ensikäynnin jälkeiset uudet murtumat

<b>Havainto (N=68, 100%)</b>	<b>Tytöt N 1 (7,7%)</b>	<b>Pojat N 12 (92,3%)</b>	<b>Yhteensä N 13 (19,1%)</b>
<b>Murtumat</b>	<b>1 (6,7)</b>	<b>14 (93,0)</b>	<b>15 (100)</b>
Ensimmäisen vuoden aikana (v. 2006)	0 (0)	4 (26,7)	4 (26,7)
2–5 vuoden aikana	1 (6,7)	7 (46,7)	8 (53,0)
≥ 5 vuoden kuluessa (viim. v. 2013)	0 (0)	3 (20,0)	3 (20,0)
<b>Keski-ikä ensimmäisen murtuman sattuessa (vuotta)</b>	12	14,5	14,3
<b>Kontrollikäynnillä käynyt</b>	1(12,5)	7(87,5)	8(61,5)
<b>Merkittävät murtumat</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>7 (46,7)</b>
Pitkät luut, vähäinen vammaenergia	0(0)	4 (26,7)	4 (26,7)
Nikamamurtuma	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Muu poikkeava murtuma: kämmenluun murtuma	0 (0)	1 (6,7)	1(6,7)
Roikkunut/ juossut ja pudonnut 2–2,5 m (< 3 m)	0 (0)	2 (13,3)	2 (13,3)
<b>Korkeaenergiset tai ei-merkittävät murtumat</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>8 (53,3)</b>
Liikenneonnettomuus	0 (0)	4 (26,7)	4 (26,7)
Sormi, varvas, nenä, leuka tmv.	1 (6,7)	3 (20,0)	4 (26,7)
<b>Vammamekanismit</b>			
Pyöräily, auton kanssa kolari	0 (0)	1 (6,7)	1 (6,7)
Mopolla /skootterilla ajaessa kaatuminen	0 (0)	3 (20,0)	3 (20,0)
Leikki, kiipeily & putoaminen ≤ 2,5 m	0 (0)	2 (13,3)	2 (13,3)
Urheilu: jalkapallo, skeittaus, koripallo, sähly, jäähkiekko, juostessa putoaminen ≤ 2 m	0 (0)	6 (40,0)	6 (40,0)
Nyrkin isku huonekaluun	0 (0)	1 (6,7)	1 (6,7)
Liukastuminen tasamaalla kesäkelissä / kaatuminen kalliolla	1 (6,7)	1 (6,7)	2 (13,3)
<b>Yläraajamurtumat (sis. sormet)</b>	1 (6,7)	9 (60,0)	10 (66,7)
<b>Alaraajamurtumat (sis. jalkapöydän luut)</b>	0 (0)	4 (26,7)	4 (26,7)
<b>Kasvot</b>	0 (0)	1 (6,7)	1 (6,7)

#### 5.4 Muut biokemialliset analyysit, verikokeet

Biokemiallisten mittausten, verikokeiden P-Ca, P-Pi, P-Afos ja fP-PTH tunnusluvut ja normaalijakautuminen kuvataan taulukossa 15.

Lähtötasomittauksessa biokemiallisista analyyseistä, verikokeista normaalisti jakautuneita olivat P-Ca ja P-Pi, epänormaalistijakautuneita fP-PTH ja P-Afos Z-luku (taulukko 15). Kontrollimittauksen osalta normaalisti jakautuneita olivat P-Ca, P-Pi ja fP-PTH, epänormaalistijakautunut oli P-Afos. Tilastolliset testit on tehty normaalijakautumisen mukaan joko parametrisin tai epäparametrisin testein.

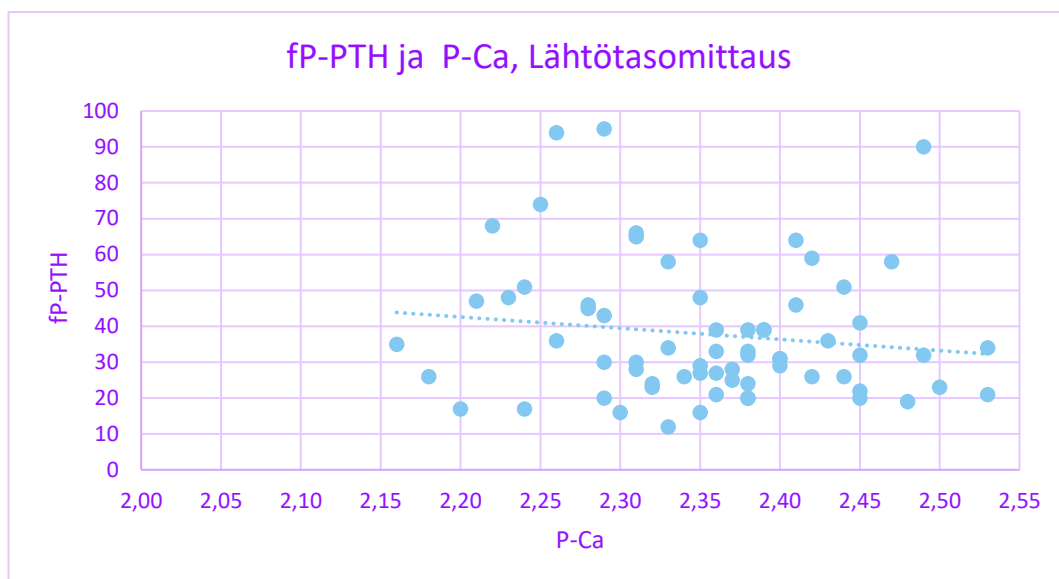
### **Kalsium (Ca)**

Kalsium-mittauksen arvot ilmoitetaan taulukossa 15. Paired Samples T-testissä lähtötasomittauksen ja kontrollimittauksen välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa,  $p > 0,05$  (taulukko 16).

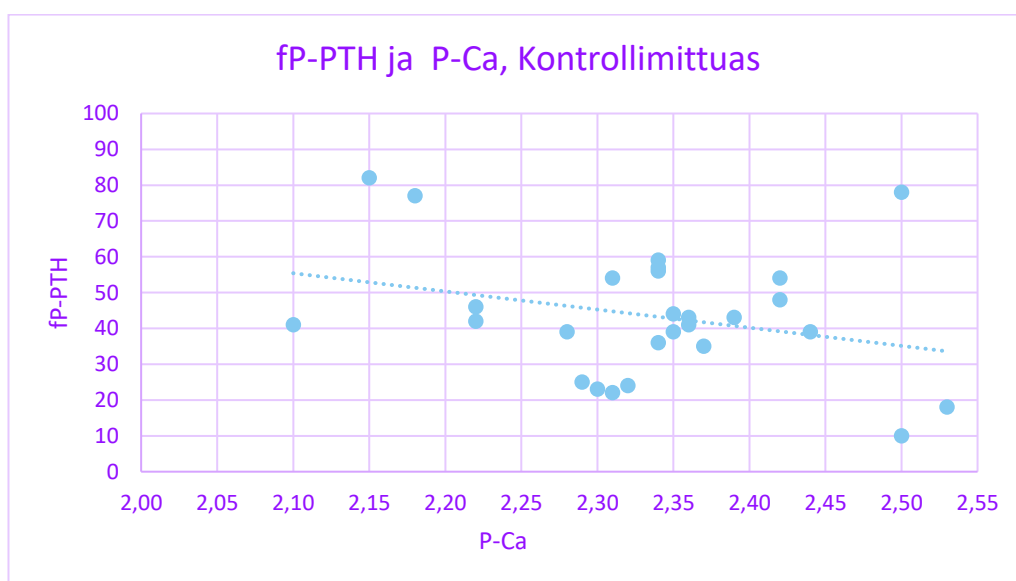
Kalsiumin (Ca) lähtötasomittauksen (N=68) mediaani oli 2,36 ja vaihteluväli oli 2.16–2.53. Kontrollimittauksen (N=28) mediaani oli 2,34 ja vaihteluväli 2.10–2.53. Kontrollimittauksessa havaittiin joitakin viitearvoja alhaisempia arvoja. Kalsiumpitoisuuden viitearvot ovat ikäsidonnaiset ja siksi kliinistä merkitystä arvioitaessa tulee huomioida tutkittavan ikä. (Taulukko 15.)

Lähtötaso- että kontrollimittauksen arvoja tarkasteltiin iän mukaisten viitearvojen valossa HUSLAB-tutkimusohjekirjan (2022) mukaan. (HUSLAB-tutkimusohjekirja 2022). Arvot olivat kaikilla HUSLAB-tutkimusohjekirjan iänmukaisella viitealueella (2.15–2.65). (HUSLAB-tutkimusohjekirja 2022.)

Kuvioissa 13 ja 14 ilmenee kalsiumpitoisuuden vaikutus PTH-pitoisuuteen. Kun elimistön kalsiumpitoisuus kasvaa, vähenee PTH erityisesti ja pitoisuus normalisoituu, kuviossa 13 lähtötasomittauksen tilanne. Kuviossa 14 käy ilmi kontrollimittauksessa esiin tullut korrelaatio, kun kalsiumpitoisuus kasvaa, normalisoituu PTH.



KUVIO 13. fP-PTH-pitoisuus verrattuna kalsiumpitoisuuteen lähtötasomittauksessa. Mitä korkeampi kalsiumpitoisuus on, sitä alhaisempi on PTH-pitoisuus.



KUVIO 14. fP-PTH-pitoisuus verrattuna kalsiumpitoisuuteen kontrollimittauksessa. Mitä korkeampi kalsiumpitoisuus on, sitä alhaisempi on PTH-pitoisuus.

### Parathormoni (PTH)

Lähtötaso- ja kontrollimittausten välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa, ( $p > 0.05$ ), tulos tarkemmin taulukossa 16.

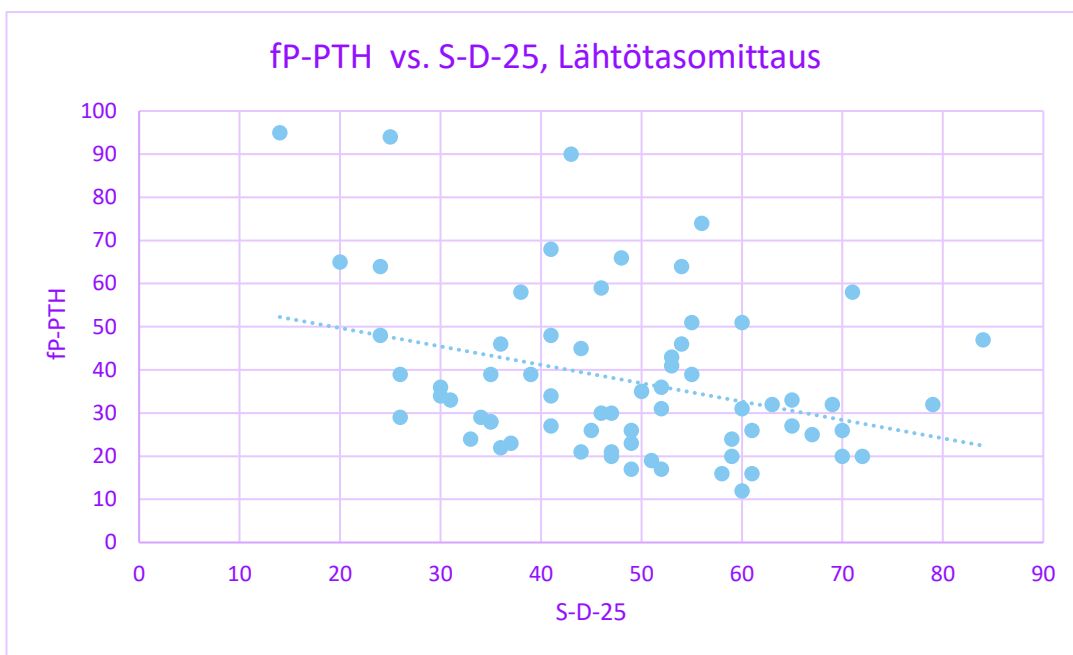
Lähtötasomittauksessa (N=68) PTH:n mediaani oli 32 ja vaihteluväli oli 12–95. Kontrollimittauksessa (N=27) mediaani oli 42 ja vaihteluväli 10–82. (Taulukko 15.)

Arvot sijoittuivat sekä viitealueelle että viitearvojen (18–80) ala- ja yläpuolelle, HUSLAB-tutkimusohjekirjan (2022) mukaan. Tulokset on esitetty taulukossa 15. (HUSLAB-tutkimusohjekirja 2022.)

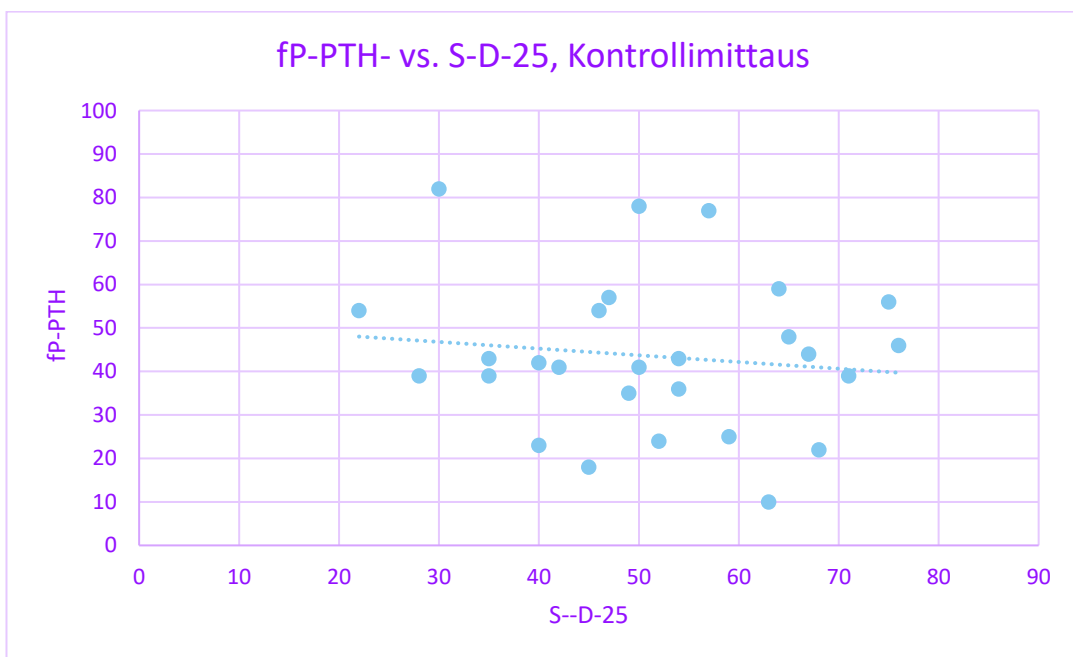
Ei-uusia murtumia saaneilla lähtötasomittauksessa (N=55) PTH mediaani oli 32 ja vaihteluväli 12-94. Kontrollimittauksessa (N=20) mediaani oli 42 ja vaihteluväli 18–82, kuten taulukossa 15. (Taulukko 15.)

Uusia murtumia saaneilla taulukon 15 mukaan lähtötasomittauksessa (N=13) mediaani oli 29 ja vaihteluväli 17–95. Kontrollimittauksessa (N=7) mediaani oli 43 ja vaihteluväli 10–59 (taulukko 15).

Kuvioissa 15 ja 16 kuvataan miten PTH:n erityis ja pitoisuus korreloi D-vitamiinin saannin, pitoisuuden kanssa. Havaitaan, että 25-OHD pitoisuuden kohentuessa normalisoituu, alenee PTH erityis ja pitoisuus, sekä lähtötasomittauksessa että kontrollimittauksessa.



KUVIO 15. fP-PTH pitoisuuden korrelaatio D-vitamiinipitoisuuden kanssa lähtötasomittauksessa, N=68.



KUVIO 16. fP-PTH pitoisuuden korrelaatio D-vitamiinipitoisuuden kanssa kontrollimittauksessa.



### **Alkalinen fosfataasi, Afos, (Z-lukuna)**

Koska Afos on vahvasti iästä ja sukupuolesta riippuva, muutettiin arvot Z-luvuiksi, jotta ryhmien tarkastelu olisi mahdollista. Lähtötaso- (N=68) ja kontrollimittausten (N=28) välillä ei havaittu tilastollista eroa, ( $p > 0,05$ ) (taulukko 16).

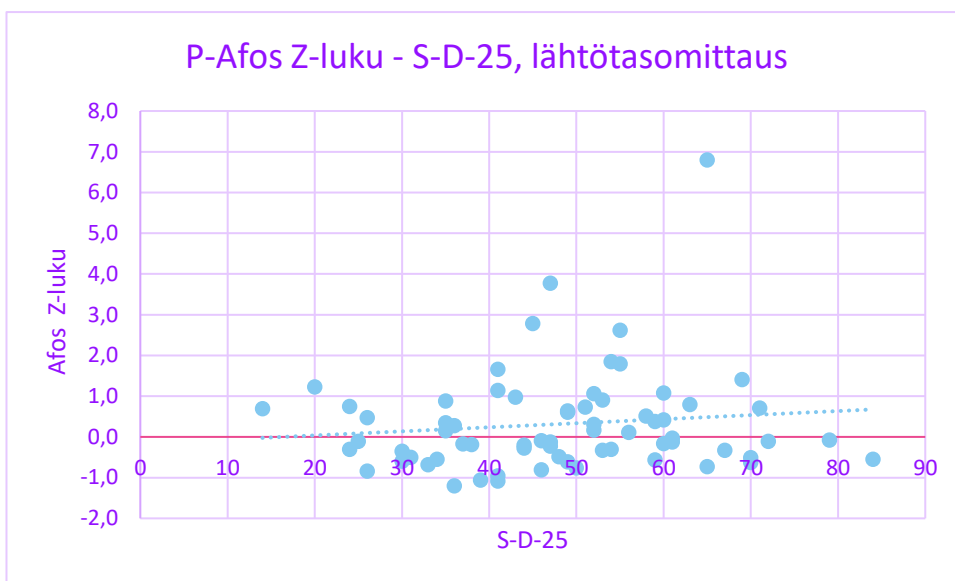
Afos, Z-luvuksi muunnettu, lähtötasomittauksen (N=68) mitta-arvon mediaani oli -0,1 ja vaihteluväli -1,2 – 6,8. Kontrollimittauksen (N= 28) mediaani oli 0,1 ja vaihteluväli -1,3–5,1. (Taulukko 15.)

Afos, muunnettuna Z-luvuksi, lähtötasomittauksessa (N=68) ja kontrollimittauksessa (N=28) ei havaittu mitta-arvoja keskipöytä (-2,2–2,0 SD) alapuolella, mutta kylläkin keskipöyän yläpuolella, (taulukko 15).

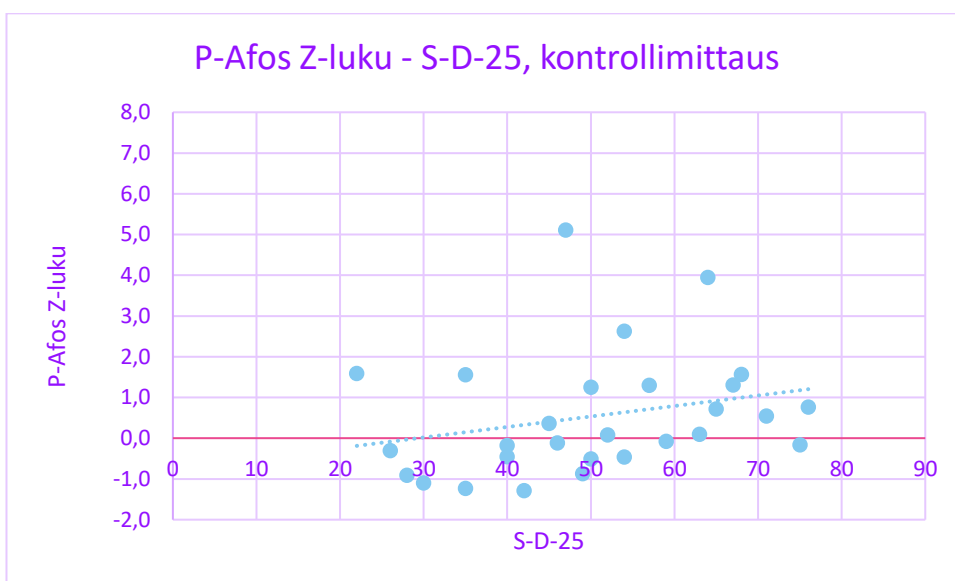
Ei-uusia murtumia saaneilla taulukon 15 mukaan lähtötasomittauksessa (N=55) mediaani oli -0.1 ja vaihteluväli -1,2-6,8. Kontrollimittauksessa (N=21) mediaani oli 0,8 ja vaihteluväli -1,2–2,6. Sekä lähtötaso- että kontrollimittauksessa havaittiin keskipöyän (-2,0–2,0) yläpuolella olevia arvoja, mutta ei alapuolella olevia arvoja. (Taulukko 15.)

Uusia murtumia saaneilla lähtötasomittauksessa (N=13) mediaani oli 0,3 ja vaihteluväli -0,8–2,8. Kontrollimittauksessa mediaani oli 0,9 ja vaihteluväli -1,3–5,1, kuten taulukossa 15. Sekä lähtötaso- että kontrollimittauksessa havaittiin keskipöyän (-2,0–2,0) yläpuolella olevia arvoja, mutta ei alapuolella olevia arvoja. (Taulukko 15.)

Kuvioissa 17 ja 18 käy ilmi alkaalisen fosfataasi ja D-vitamiinipitoisuuden korrelaatio. Lähtötaso- sekä kontrollimittauksessa D-vitamiinitalanteen kohotessa kohoaa Afos -arvo.



KUVIO 17. Afos ja S-D-25 pitoisuuden korrelaatio lähtötasomittauksessa.



KUIVO 18. Afos ja S-D-25 pitoisuuden korrelaatio kontrollimittauksessa.

### Fosfaatti (Pi)

Lähtötaso- ja kontrollimittauskertojen väillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p > 0.05$ ) (taulukko 16). Lähtötasomittauksessa (N=68) fosfaatin mediaani oli 1,4 ja vaihteluväli oli 1,1-1,9. Kontrollimittauksessa (N=27) mediaani oli 1,4 ja vaihteluväli oli 0,8–1,7. (Taulukko 15.)

Ei-uusia murtumia saaneilla lähtötasomittauksen (N=55) mediaani oli 1,4 ja vaihteluväli 1,1-1,9. Kontrollimittauksessa (N=20) mediaani oli 1,5 ja vaihteluväli 0,8–1,7. (Taulukko 15.)

Uusia murtumia saaneiden lähtötasomittauksessa (N=13) mediaani oli 1,4 ja vaihteluväli 1,3-1,6. Kontrollimittauksessa (N=7) mediaani oli 1,3 ja vaihteluväli 1,1–1,7. (Taulukko 15.)

TAULUKKO 15. Biokemiallisten analyysien, verikokeiden, tunnusluvut, jakaumat ja tulokset.

Analysoitu aineisto	N	Mediaani	Minimi	Maksimi	K-S sig.*	S-W sig.*
<b>Lähtötasomittaus</b>						
S-D-25	68	49	14	84	0,200	0,991
P-Ca	68	2,36	2,16	2,53	0,200	0,903
P-Pi (fosfaatti)	68	1,4	1,1	1,9	0,200	0,631
fP-PTH	68	32	12	95	0,000	0,000
P-Afos, Z-kuku	68	-0,1	-1,2	6,8	0,002	0,000
<b>Kontrollimittaus</b>						
S-D-25	29	50	22	76	0,200	0,686
P-Ca	28	2,34	2,10	2,53	0,200	0,623
P-Pi (fosfaatti)	27	1,4	0,8	1,7	0,200	0,141
fP-PTH	27	42	10	82	0,200	0,289
P-Afos, Z-luku	28	0,1	-1,3	5,1	0,094	0,004
<b>EI UUSIA MURTUMIA SAANEET LAPSET</b>						
<b>Lähtötasomittaus</b>						
S-D-25	55	49	24	84	,200	0,692
P-Ca	55	2,36	2,16	2,53	,200	0,859
P-Pi	55	1,4	1,1	1,9	0,166	0,457
fP-PTH	55	32	12	94	0,004	0,00
P-Afos, Z-luku	55	-0,1	-1,2	6,8	0,000	0,00
<b>Kontrollimittaus</b>						
S-D-25	21	50	22	76	,200	0,733
P-Ca	21	2,31	2,1	2,53	,200	0,932
P-Pi	20	1,5	0,8	1,7	0,046	0,009
fP-PTH	20	42	18	82	,200	0,08
P-Afos, Z-luku	21	0,8	-1,2	2,6	,200	0,415
<b>UUSIA MURTUMIA SAANEET LAPSET</b>						
<b>Lähtötasomittaus</b>						
S-D-25	13	45	14	70	,200	0,896
P-Ca	13	2,35	2,20	2,48	,200	0,958
P-Pi	13	1,4	1,3	1,6	,200	0,046
fP-PTH	13	29	17	95	0,021	0,071
P-Afos, Z-luku	13	0,3	-0,8	2,8	,200	0,374
<b>Kontrollimittaus</b>						
S-D-25	8	58	28	65	0,096	0,107
P-Ca	7	2,36	2,34	2,50	,200	0,071
P-Pi	7	1,3	1,1	1,7	,200	0,535
fP-PTH	7	43	10	59	0,122	0,162
P-Afos, Z-luku	7	0,9	-1,3	5,1	0,15	0,109

Biokemiallisten analyysien tuloksissa havaittiin tilastollisesti merkitsevää eroa ainoastaan D-vitamiinipitoisuudessa lähtötaso- (N=68) ja kontrollimittauksen (N=29) välillä,  $p < 0,05$ , (sig. 0,002) (taulukko 16).

TAULUKKO 16. Parametrinen paired Samples T-testi: D-vitamiini, kalsium, fosfaatti ja parathormoni ja epäparametrinen related Wilcoxon -testi.

Analysoitu aineisto	N	Sig. (2-tailed)	Huomioita
S-D-25	29	0,002	$p < 0,05$ , ryhmien välillä on tilastollisesti merkittävä ero
P-Ca	28	0,133	$p > 0,05$ , ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa
P-Pi	27	0,249	$p > 0,05$ , ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa
fP-PTH	27	0,671	$p > 0,05$ , ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa
Afos Z-luku	28	0,927	$p > 0,05$ , ryhmien välillä ei tilastollisesti merkittävää eroa. (Wilcoxon)

### 5.5 Elintavat, maitotuotteet, D-vitamiini- ja kalsiumlisä ja liikunta

Maitotuotteiden, D-vitamiini- ja kalsiumlisien käyttö sekä fyysinen aktiivisuus, liikunta kuvataan taulukossa 17.

Maitotuotteiden käyttö oli riittävää hieman yli kolmanneksella tutkittavista ja riittämätöntä lähes 60%:lla. Noin 7% tutkittavista ei käyttänyt maitoa lainkaan. Kalsiumlisän käyttö oli säännöllistä noin kolmanneksella ja kolmannes käytti kalsiumlisää satunnaisesti. (Taulukko 17.)

Fyysinen aktiivisuus kuvataan taulukossa 17. Liikuntaa harrastavia tai muuten omaehtoisesti fyysisesti aktiivisia oli noin 37% ja noin 27 %:lla fyysinen aktiivisuus arvioitiin riittämättömäksi. Noin kolmanneksen osalta liikunnallinen aktiivisuus jäi epäselväksi. (Taulukko 17.)

TAULUKKO 17. Maitotuotteet, kalsium- ja D-vitamiinilisä, liikunta

Maidon ja maitotuotteiden käyttö kontrollikäynnillä	N	%
Ei käyttänyt	2	6,7
Kyllä, riittävästi	10	33,3
Kyllä, ei riittävästi	17	56,7
Ei tietoa	1	3,3
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Kalsiumlisä</b>		
Ei	11	36,7
Kyllä, säännöllisesti	10	33,3
Kyllä, satunnaisesti	9	30
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>
<b>D-vitamiinilisä</b>		
Ei	6	20
Kyllä, säännöllisesti	16	53,3
Kyllä, satunnaisesti	7	23,3
Ei tietoa	1	3,3
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>
<b>Liikunta riittävästi</b>		
Ei	8	26,7
Kyllä	11	36,7
Ei tietoa	11	36,7
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

## 5.6 Seuranta-aika

Seurantakäynnit (N=30) Lasten ja nuorten sairaalan metabolisella lääkärin luustovastanotolla ajoittuivat 1–9 vuoden ajalle ensikäynnistä. Seuranta jatkui ja käyntien määrä vaihteli kliinisen tarpeen mukaan, huonojen luuston tilaa kuvaavien arvojen perusteella. Ensimmäisen vuoden aikana seuranta päättyi kolmella (10%) ja 2-4 aikana 20 (67%) tutkittavalla. Lisäksi käyntien määrään vaikutti tutkittavan oma halukkuus saapua seurantakäynneille. Havaittiin, että oli joitakin jotka eivät halunneet tulla kaikille suositelluille seurantakäynneille. (Taulukko 18. ja 19.)

TULUKKO 18. Seurannan kesto

Aika vuosina	N (30)	% (100)
1 vuosi	3	10
2–4 vuotta	20	67
5–7 vuotta	4	13
8–9 vuotta	3	10

TAULUKKO 19. Seurantakäyntien jakaumaa vuosissa ja ikä huomioiden

Havainto	Keskiarvo	Vaihteluväli
Ensimmäinen seurantakäynti, vuosia ensikäynnistä	1,50	0,76–3,79
Ikä ensimmäisellä seurantakäynnillä	11,94	6,38–17,13
Viimeinen seurantakäynti, vuosia ensikäynnistä	3,59	0,89–9,18
Ikä viimeisellä seurantakäynnillä	14,05	6,38–18,68
Seuranta-aika keskimäärin	3,59	

Tutkimuksessa kävi ilmi, että ainakin yhden tutkittavan seuranta siirtyi jatkumaan aikuispuolella iän vuoksi ja yhden seuranta siirtyi toisen sairaanhoitopiirin alueelle. Tutkimuksessa havaittiin myös, että yhdelle seurannassa olleista päädyttiin aloittamaan luustolääke ensimmäisen kontrollikäynnin jälkeen ja yhden kohdalla diagnosoitiin keliakia sivulöydöksenä.

Taulukossa 20 kuvataan erään tutkittavan luuston hyvinvointia kuvaavien arvojen kehitystä. Kehityksen havaitaan olevan myönteinen. D-vitamiinipitoisuuden kasvaessa pysyy kalsiumtaso muuttumattomana, PTH-pitoisuus pienenee, samoin Afos-pitoisuus (taulukko 20). Tälle tutkittavalle lapselle ei syntynyt uusia murtumia HUS-potilasasiakirjojen mukaan seurantatutkimuksen seuranta-aikaa.

TAULUKKO 20. Erään lapsen arvojen kehitys, lähtötasomittaus ja kolme kontrollimittaus. Huomioitavaa on, että Afos ja PTH arvot pienenevät, kun D-vitamiinipitoisuus (S-D-25) pitoisuus paranee.

Havainnot	2005	2006	2007	2008
<b>S-D-25</b>	24	35	35	47
<b>Kalsium</b>	2,35	2,36	2,53	2,35
<b>PTH</b>	64	43	15	19
<b>Afos</b>	135	115	105	95
<b>Pi</b>	1,09	0,98	1,12	0,98



## 6 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Pohdintaosuudessa tarkastellaan tutkimustuloksia ja pohditaan niiden kliinistä merkitystä sekä annetun ohjauksen, sekundaariprevention merkitystä kirjallisuuden valossa. Lisäksi pohdinnassa tarkastellaan tutkimuksen eettisyyttä ja luotettavuutta.

Kirjallisuuden perustella havaittiin niukasti vastaavalla tutkimusasetelmalla tehtyjä tutkimuksia missä olisi tarkasteltu yhdellä kertaa kaikkia tässä tutkimuksessa tarkasteltuja muuttujia murtumia saaneilla lapsilla ja nuorilla. Tutkimusasetelmaltaan vastaavan kaltaisia olivat suomalaiset Pekkinen ym. (2012) ja Virtanen ym. (2022) tutkimukset. Sen sijaan kansainvälisiä tutkimuksia, joissa on tarkasteltu jotakin yksittäistä tämän tutkimuksen muuttujista kuten veren D-vitamiinipitoisuutta, maidon kulutusta tai fyysistä aktiivisuutta liittyen murtumiin ja luuston terveyteen on tehty melko runsaasti. Vaikka tutkimuksemme otoskoko oli pieni, tuotti tutkimus uutta tärkeää tietoa ja nyt tehtyä tutkimusta voidaankin pitää pilottitutkimuksena laajemman, systemaattisen tutkimuksen perustana.

### 6.1 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa pyrittiin ymmärtämään elintapojen merkitystä murtumien synnyssä. Tutkimuksessa pyrittiin saamaan vastaus kysymykseen, oliko murtumatutkimus 2005 interventiosta hyötyä, onnistuttiinko intervention tuloksena katkaisemaan murtumakierre, uusien murtumien syntyminen, toteutuiko murtumien sekundaaripreventio. Tutkimuksessa selvitettiin miten annettu elämäntapaohjaus, D-vitamiinin ja kalsiumin saantia ohjaava ja liikuntaan kannustava interventio vaikutti kehon mineraali- ja D-vitamiinipitoisuuteen seurantaan otetuilla, murtumia saaneilla 4–16-vuotiailla helsinkiläisillä lapsilla. Lisäksi tutkimuksessa kartoitettiin uudet murtumatutkimus 2005 ensikäynnin jälkeen syntyneet murtumat, niiden vammamekanismi ja merkittävyys.

### **Uudet murtumat**

Suurella osalla tutkimukseen osallistuneista murtumia saaneista lapsista (N=68) murtumakierre katkesi (N=55, 81%). Uusia nikamamurtumia ei havaittu kenelläkään. Uusia murtumia syntyi kolmelletoista (19%) tutkimukseen osallistuneista (N=68). Uusista murtumista isoenergisiä tai muuten ei-merkityksellisiä murtumia luuston terveyttä ja osteoporoosiriskiä ajatellen oli 8 (53,5%). (Taulukko 14.) Tätä voidaan pitää kliinisesti tarkasteltuna myönteisenä kehityksenä arvioitaessa luuston tilaa ja sen murtuma-alttiutta, sillä Escott ym. (2019) tutkimuksen mukaan aiemmilla murtumilla havaittiin olevan yhteys uusien murtumien syntymiseen verrattuna lapsiin, joilla ei ollut murtumia. (Escott ym. 2019, 1). On kuitenkin toisaalta merkittävää, että uusia murtumia kuitenkin esiintyi lähes joka viidennellä. Tämä tukee ajatusta murtumien sekundaariprevention tärkeydestä ja toisaalta viittaa siihen, että käytetyt preventiomenetelmät tässä aineistossa eivät olleet riittäviä.

Uudet murtumat noudattelivat aiemmissä tutkimuksissa esitettyä jakaumaa tyttöjen ja poikien kesken. Valtaosa uusista murtumista esiintyi pojilla (93,33%) kun taas tytöillä näitä ei juurikaan ollut. Myös keski-ikä, jolloin murtumat syntyivät, oli saman suuntainen kirjallisuudessa esiintyneiden tulosten kanssa. Tyttöjen keski-ikä oli 12 vuotta ja poikien noin 14 vuotta, ajoittuen siten murrosiän yhteyteen. Myös murtuman sijainti vartalolla noudatti aiempien tutkimusten havaintoa, yläraajamurtumia oli 66,7% (taulukko 14). (Mäyränpää ym. 2010, 1.)

Mikäli interventiota ei olisi toteutettu murtumia saaneille, murtuma-alttiille lapsille, olisiko luuston kunto kehittynyt murtumille alttiimmaksi ja uusia murtumia syntynyt enemmän, tähän ei tässä tutkimuksessa saada vastausta. Voidaan kuitenkin ajatella, että interventiolla oli ollut myönteinen vaikutus luuston terveyteen ja uusien murtumien ehkäisyssä. Saman suuntaisen arvion esitti Allison ym. (2020) omassa tutkimuksessaan. (Allison ym. 2020, 152.)

Jokaisen vältetyn uuden murtuman voidaan ajatella edistävän lasten luun terveyttä, ehkäisevän itse murtumasta ja sen hoidosta aiheutuvia haittoja lapsen luun kehitykselle ja kasvulle sekä ehkäisevän uusia murtumia. Lisäksi jokaisen ehkäistyn murtuman voidaan ajatella keventävän perheiden, terveydenhuollon ja

yhteiskunnan kuormitusta. Elintapaohjausta tulisi suosia ja siihen panostaa terveydenhuollossa ehkäisemään ei ainoastaan yksittäisiä murtumia ja murtumakierrettä lapsuudessa, vaan myöhemmällä ikää mahdollisesti puhkeavaa osteoporoosia. (Withrop ym. 2005, 468; Mäyränpää ym. 2012, 1413; Allen & Arokoski 2015, 1-2; Hurme 2015, 462; Scheeberg ym. 2016, 1; Escott ym 2019, 1; Conley ym. 2020, 37; Lüthje ym. 2021, 3015.)

### **D-vitamiinipitoisuus, S-D-25 ja kalsium (Ca)**

D-vitamiinipitoisuudessa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero (sig. 0,002),  $p < 0,05$  (taulukko 16). Kliinisesti tarkasteltuna pitoisuudet olivat kohentuneet lähtömittauksesta lähtötason (N=68) ja havainnoidun ensimmäisen kontrollimittauksen (N=29) välillä (taulukko 15). Tätä voidaan pitää merkittävänä havaintona otoksen pieni koko huomioiden. Toisaalta 13 tutkittavalta (19%) tavoitearvo jäi alle (50nmol/L), minkä on havaittu altistavan murtumille lapsilla (Yang ym. 2021, 1287). Kuitenkin myös uusia murtumia saaneiden ryhmässä havaittiin D-vitamiinipitoisuuden koheneminen. (Taulukko 15. ja 16.)

Herää kysymys mistä johtui / mikä aiheutti, että kohortin (N=68) 19%:lla tutkittavista D-pitoisuus oli alle yleisen tavoitteen 50nmol/l. Kirjallisuudessa on pohdittu D-vitamiinipitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Tekijöiksi on havaittu saantisuosituksen suuruus, vitamiinilisän annoskoko, saannin säännöllisyys, tutkittavan ikä tai kehon paino ja kehon rasvapitoisuus. Tässä tutkimuksessa havaittiin HUS kirjausten perusteella vaihtelevan hoitomyöntyvyyttä, suositellun ravintolisän vaihtelevaa käyttöä.

Kirjallisuudessa, aiemmissa tutkimuksissa, on havaittu kehon BMI:n ja rasvamäärän vaikuttavan D-vitamiinipitoisuuteen. Tutkimuksissaan Viljakainen ym. (2011), Zittermann, Ernst, Gummert ja Börgermann (2014) sekä Virtanen ym. (2022) ovat havainneet, että ikä, korkea BMI, normaali kehon paino ja rasvamäärä vaikuttaisivat D-vitamiinipitoisuuteen. Korkea BMI:n arvioitiin haitanneen tavoitteena olevan D-vitamiinipitoisuuden saavuttamista, sen sijaan normaali kehon paino ja rasvamäärän nähtiin edistävän tavoitearvon saavuttamista. (Viljakainen ym. 2011, 212; Zittermann, Ernst, Gummert ja Börgermann 2014, 367–368, 372; Virtanen ym. 2022, 7.)

Tässä tutkimuksessa tehtiin saman suuntainen havainto tarkasteltaessa lähtötasomittauksessa saatuja seerumin D-vitamiinipitoisuuden (S-D-25) arvoja ja tutkittavan ikää. Lähtötasomittauksen D-vitamiinipitoisuuksia tarkasteltaessa havaittiin, että iän lisääntyessä D-vitamiinipitoisuus heikkenee. (Kuvio 4.) Tästä johtuen syntyy ajatus siitä, että D-vitamiinilisän määrän arvioimisessa tulisi huomioida ikä ja kehon paino. (Zittermann ym. 2014, 367–368, 372.)

Myös pitkäaikaissairaudesta johtuva mm. ravintoaineiden ja -lisien heikentynyt imeytyminen voi aiheuttaa sekundaarista, ns. hankittua osteoporoosia (Mäkitie 2016b, 9). Tämän tutkimuksen otokseen lukeutui yksi uusi, murtumatutkimus 2005 seurantakäynneillä havaittu keliakiatapaus. Toistuvat murtumat voivat olla lapsilla keliakian ensioire tai merkitty aiemmin diagnosoidun keliakian huonosta hoitotasapainosta, kuten tässä seurantatutkimuksessa havaittiin.

Vuodenaikavaihtelua ei otettu huomioon tässä tutkimuksessa. Tähän vaikutti aineiston pieni koko sekä se, että lähtötaso- ja kontrollimittausajankohdat jakautuivat tutkittavilla eri vuoden aikoihin. Mittausajankohdat määräytyivät yksilöllisesti kliinisin, lääketieteellisin perustein. Siten emme voineet arvioida, missä määrin D-vitamiinitasoon vaikutti iholla tapahtunut D-vitamiinin tuotanto. (Virtanen ym. 2022,9)

Tässä tutkimuksessa D-vitamiinilisää suositeltiin laajasti ja asianmukaisesti tutkimuksiin osallistuville talvikuukausiksi kansallisten tutkimusajankohtana voimassa olleiden saantisuosituksen mukaisesti tai niitä suuremmalla annoksella, riippuen lähtötason D-vitamiinipitoisuudesta. D-vitamiinin ja kalsiumin saannin arvioiminen ravinnosta ja ravintolisistä, ravintolisien käytön riittävyuden ja näihin vaikuttavien tekijöiden pohtiminen osoittautui kuitenkin haasteelliseksi ja melko epävarmaksi johtuen saatavilla olleen tiedon vaihtelevuudesta ja epätarkasta ilmaisusta.

Seurantatutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella heräsi kysymys D-vitamiinilisän ja maitotuotteiden käytöstä sekä liikunnasta, niiden luotettavasta raportoinnista muistinvaraisesti. Auttaisiko mahdollisissa myöhemmissä tutkimuksissa sama menettely kuin Rosendahl ym. (2018) lasten D-

vitamiinitutkimuksessa, jossa perheet kirjasivat päiväkirjaan päivittäin ne päivät, jolloin D-vitamiinilisä annettiin, sekä täyttivät ruokapäiväkirjaa. Myös Virtanen ym. (2022) tutkimuksessa tutkittavat raportoivat laajasti kirjallisesti elintavoistaan ja toiminnastaan mm. D-vitamiinilisan käytön, fyysisen aktiivisuuden, murtumat, lääkitykset ja sairaudet. (Rosendahl ym. 2018, 647; Virtanen ym. 2022, 3.)

Kirjallisuudessa on pelätty suurten D-vitamiinilisäannosten aiheuttavan myrkytystä. Virtanen ym. (2022) havaitsivat tutkimuksessaan, että aikuisilla 80µg ja Rosendahl ym. (2018) 0–2-vuotiailla lapsilla 30µg vuorokaudessa säännöllisesti käytettynä ovat turvallisia (Rosendahl ym. 2018, 649; Virtanen ym. 2022, 8). Pekkinen ym. (2012) havaitsivat tutkimuksessaan, että suositusten mukainen, jopa suurempi päivittäinen saanti osoittautui riittämättömäksi. (Pekkinen ym. 2012, 1.) Tämä osoittaa, että on mahdollista ja turvallista tarkastella lasten D-vitamiinin saantisuosituksia ja että tällaisia tutkimuksia tarvitaan.

Kalsiumpitoisuudessa (P-Ca) ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa (taulukko 16). Kliinisesti tarkasteltuna kalsiumpitoisuudessa havaittiin vähäistä heikkenemistä pitoisuuden mediaaniarvossa lähtötaso- ja kontrollimittauksessa, mutta ei uusia murtumia saaneiden kohdalla (taulukko 15). Kalsiumpitoisuuden lievä kohoaminen murtumia saaneilla jää epäselväksi. On mahdollista, että se voi osittain selittyä luun resorptiolla (Välimäki & Mäkitie, 2010, 9).

### **DXA, luuntiheysmittaus**

Lannerangan (N=68) ja reisiluun pään (N=30) mineraalitiheydessä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ( $p < 0,05$ ) (taulukko 13). Myös kliinisesti tarkasteltuna havaittiin hienoinen positiivinen kehitys vertailtaessa lähtötasomittauksen (N=67) ja kontrollimittauksen (N=30) minimi ja maksiarvoja. Luuntiheysmittauksen minimiarvot olivat kohentuneet kliinisesti tarkasteltuna lannerangan ja reisiluun mittauksen osalta, paitsi murtumia saaneiden lannerangan minimi arvon osalta. (Taulukko 12. ja 13. ja Kuvio 6.)

Huolimatta myönteisestä kehityksestä havaittiin osalla edelleen poikkeavia, alle -2,0 SD (taulukko 12). -2,0 SD ja tätä pienempiä arvoja pidetään poikkeavina arvoina ja ne kertovat luun hauraudesta normaaliin verrattuna. Uusitalon (2020) mukaan luun mineraalitiheyttä tulisi kontrolloida 1–5 vuoden sisällä samoilla

laitteilla, että tulokset olisivat vertailukelpoiset. DXA luuntiheysmittausta varjostaa riski virhelähteiden aiheuttamista vääristä negatiivisista löydöksistä. Lapsilla reisiluun yläosien kuvauksen tuloksia pidetään epäluotettavina, ei suositeltavina diagnostisessa käytössä johtuen kasvun epätasaisuudesta. Tulosten vertailussa ja arvioinnissa on otettava huomioon laitetta koskevat seikat, kuvaamistapahtumaan liittyvät muuttujat ja kuvattavaan liittyvät muuttujat raakadatan, T- ja Z-lukujen tulkinnan kohdalla. Lapsen pieni pituus, poikkeava murrosiän aikataulu ja alipainoisuus tai lihavuus vaikuttavat tulokseen. Negatiivinen löydös voi johtua virheellisestä tuloksesta. Viime aikoina onkin tutkimusprojekteissa alettu käyttää tarkempaa pQCT-kuvausta luun lujutta arvioitaessa. (Uusitalo 2020, 1029–1034, 1036; Rosendahl ym. 2018, 648.)

DXA-kuvauksen haasteista huolimatta tässä tutkimuksessa on käytetty DXA-kuvausta reisiluunpään ja lannerangan luutiheyden arvioimiseen. Osa ensimmäisistä kontrollimittauksista, jotka luettiin tähän tutkimusaineistoon, oli tehty puolen vuoden kuluttua ensimittauksesta kliinisin perustein. Kaikki ensimmäiset kontrollimittaukset oli tehty kuitenkin ennen viiden vuoden aikaikkunan umpeutumista. Herää kysymys, onko tässä tutkimuksessa luuntiheyden osalta Uusitalon (2020) mainitsemia väriä negatiivisia löydöksiä. Olisi mielenkiintoista tutkia kouluikäisten lasten luun lujutta pQCT -kuvauksella ja saada tieto tämänhetkisestä lasten luun lujudesta. (Uusitalo 2020, 1029.)

### **Muut biokemialliset analyysit, verikokeet**

Kalsium-, Pi-, PTH- ja Afos-pitoisuuksissa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta,  $p > 0,05$  (taulukko 16).

Kliinisesti arvioiden kuitenkin PTH-arvossa tapahtui muutosta, pitoisuus kasvoi kaikissa ryhmissä (ei-uusia murtumia ja uusia murtumia saaneet) lähtötaso- ja kontrollimittauksen välillä. Runsain PTH -arvon kohoaminen nähtiin kuitenkin murtumia saaneiden lähtötaso- ja kontrollimittauksen välillä. D-vitamiinia tarvitaan elimistön kalsium- ja fosfaattitasapainon säätelyssä. Toinen keskeinen vaikuttaja on PTH, parathormoni. Korjaamattomana kalsium- ja fosfaattitasapainon horjuminen aiheuttaa luun haurastumista. (Välimäki & Mäkitie 2010.)

Tässä tutkimuksessa havaittiin (taulukko 15.), että PTH pitoisuus oli kohonnut lähtötasomittauksen (N=68) ja kontrollimittauksen (N=27) välillä. Kliinisesti tarkasteltuna kalsiumpitoisuudessa (Ca) havaittiin hienoisesti lähtötasomittausta pienempi arvo. Fosfaatti- (Pi) pitoisuudessa ei havaittu muutosta. Tämä voi kertoa kalsiumin saannin puutteesta ja siitä että elimistö pyrkii korjaamaan matalaa kalsiumpitoisuutta (Ca) veressä luussa tapahtuvalla resorptiolla, kiinteän aineen (kalsiumin) liukenemisella verenkiertoon. Tästä seuraa, että luu alkaa haurastua kalsiumin liuetessa, poistuessa luusta. (Välimäki & Mäkitie 2010.)

Toteutuneiden luuston terveyttä arvioivien biokemiallisten analyysien, verikokeiden, (kemiallisen kiertokulun) sekä käyntikirjauksista havaitun perusteella voidaan päätellä joko ravinnosta kalsiumin saannin tai D-vitamiinin saannin olleen riittämätöntä. D-vitamiinin matala pitoisuus johtaa lisäksi siihen, että ravinnosta saatu vähäinenkin kalsium ei imeydy riittävästi. (Taulukko 15. ja 17.) (Välimäki & Mäkitie 2010; Huupponen & Savontaus 2018.)

**Afos -luku**, mitä voidaan pitää luun aineenvaihdunnan markkerina, sillä D-vitamiinin puutteesta johtuvassa riisitaudissa arvot suurenevat. (Tunturi 2021) Kliinisesti tarkasteltuna lähtötasomittauksen (N=68) ja kontrollimittauksen (N=28) mitta-arvojen välillä oli eroa mediaanissa ja keskikäyrän yläpuolella olevia mitta-arvoja havaittiin (taulukko 15). Nämä kuvastavat luun muodostuksen ja hajotuksen tasapainoa, mutta tarkempaan tulkintaan tarvittaisiin useampien luustomarkkereiden määrittämistä. (Välimäki & Mäkitie 2010.)

**Fosfaatti** (Pi) pitoisuuden maksimi-arvot olivat viitealueen yläpuolella sekä lähtötasomittauksessa että kontrollimittauksessa HUSLAB-tutkimusohjekirjan (2022) mukaan, tulokset tarkemmin taulukossa 15. (HUSLAB-tutkimusohjekirja 2022). Kaikissa ryhmissä ja kaikilla mittauskerroilla havaittiin vaihteluväliä tarkastellessa mediaanin olevan viitealueen alapuolella, sekä vaihteluväliä maksimi-arvon olevan viitealueen yläpuolella ja minimin olevan viitealueen alapuolella. Fosfaatin pitoisuus on yhteydessä monien säätelymekanismien kautta luun aineenvaihduntaan mutta myös PTH:n ja D-vitamiinin pitoisuuksiin ja arvojen suuren vaihtelun merkitys jää epäselväksi. (Välimäki & Mäkitie 2010.)

### **Maidon kulutus ja kalsium- ja D-vitamiinilisä**

Osan (33,3%) lapsista ilmoitettiin käyttävän maitoa riittävän runsaasti, jopa n. 1,5 l päivässä. Suurella osalla käyttö oli arvioitu riittämättömäksi (56,7%). Osa (6,7%) tutkittavista ei käyttänyt maitoa lainkaan. Maitoallergiaa ei juurikaan havaittu, vaan syyt vähäiselle maidon ja maitotuotteiden kulutukselle olivat muita, lähinnä makukysymys. (Taulukko 17.)

Kalsiumin saantia ravinnosta, maidon kulutusta oli arvoitu tutkittavien käyntikirjauksissa vaihtelevasti. Osalla oli arvoitu riittävä / ei riittävä, dl/ päivä ja osin lasillisia / päivä. Maitotuotteiden kuten juusto kulutusta osin viipaleina, mutta viipaleiden määrää satunnaisesti ja jugurtti vain mainiten määrää tarkemmin määrittelemättä. Tästä johtuen ravinnosta saatavan kalsiumin, maidon käytön tarkka määrittely osoittautui haasteelliseksi ja siksi saantia päädyttiin arvioimaan karkeasti riittävä, ei riittävä, ei tietoa -asteikolla. Tämä jaottelu perustuu havaintoon, suositeltiinko /määrättiinkö tutkittavalle kalsiumlisää sekä oliko potilasasiakirjaan kirjattu saannin riittävydestä. (Taulukko 17.)

Murtumatutkimuksessa 2005 mukana olleiden kalsiumin saannin riittävyttä pyrittiin turvaamaan määräämällä kalsiumlisä, mikäli maitotuotteista saatava kalsiumin määrä arvioitiin riittämättömäksi. Kalsiumlisää oli suositeltu / määrätty kliinisin perustein niille, joiden kalsiumin saanti ravinnosta arvioitiin puutteelliseksi tarpeeseen, saantisuositukseen ja luuston tilaan nähden. Potilasasiakirjoista syntyi käsitys, että kalsiumia suositeltiin erityisesti kasvukauden ajaksi, mikäli saannissa havaittiin puutteita. (Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus, 2020.)

Myös D-vitamiinilisän täsmällinen ja yksiselitteinen numeerinen selvittäminen osoittautui tässä seurantatutkimuksessa haasteelliseksi. Käyttö ja saanti arviotiin käyntikirjausten perusteella taulukossa 17 kuvatusti. Tästä syystä tutkimusta ei kuitenkaan voida pitää epäluotettavana, sillä biokemialliset analyysit tukevat sitä havaintoa, mikä tutkimuksessa saatujen tietojen ja tehtyjen havaintojen perusteella syntyi. (Taulukko 15. ja 17.)

Maitotuotteiden, maidon sekä D-vitamiini- ja kalsiumlisän käyttö ja fyysisen aktiivisuuden arviointi oli toteutettu seurantakäynneillä tutkittavalta tai hänen



saattajaltaan kysymällä. Mitään kyselylomaketta tai päiväkirjaa ei tiettävästi käytetty. Lisäksi potilastietoihin kirjaamisen tarkkuus ja yhteneväisyys oli vaihtelevaa.

Seurantakäyntien kirjauksista havaittiin, että lääkäri määritteli suositeltavan D-vitamiinilisän annoksen tapauskohtaisesti kliinisten biokemiallisten (verikokeet) tulosten ja luustontiheysmittauksen perusteella. Näkemys D-vitamiinilisän saannista perustuu tulkintaan käyntikirjauksissa. (Taulukko 17.)

Edellä mainitusta johtuen D-vitamiinin saannin määrää ei voitu laskea tarkasti ja luotettavasti. D-vitamiinin saannin riittävyttä voitiin arvioida/havainnoida luotettavimmin S-D-25 mittaustuloksen perusteella. (Välimäki & Mäkitie 2010, 5; Huupponen & Savontaus 2018a, 1; Lamberg & Kröger 2021, 1; Paakkari 2021,1.)

Allison ym. (2020) havaitsi 1–3-vuotiaiden lasten tutkimuksessaan, että kulutetun maidon määrän yhteys murtuma-alttiuteen olisi epäselvä. Tutkimuksessa tarkasteltiin maidon kulutusta, rasvapitoisuutta ja D-vitamiinin saantia. D-vitamiinin saanti arvioitiin kysellen, ei S-D-25-mittauksella. Varhaislapsuuden maidonkulutuksen ja maidon rasvapitoisuuden murtumilta suojaavaa vaikutusta myöhemmällä iällä, läpi elämän ei tässä tutkimuksessa tunnistettu ja tämän selvittämiseksi tarvitaankin Allison ym. (2020) mukaan lisätutkimusta. Tutkijat huomioivat oman tutkimuksensa heikkoutena vanhemmilta saadun, muistinvaraisen tiedon ja ehkä tiedostamattoman toiveen lapsen maidon kulutuksesta, yliarvioinnin. Lisäksi tutkijat pohtivat myös useita murtumia saaneiden lasten saaman ravitsemusohjauksen vaikutusta tutkimustulokseen. (Allison ym. 2020, 146–147, 149–125.) Tässä seurantatutkimuksessa D-vitamiinipitoisuus S-D-25 mitattiin biokemiallisin menetelmin, mutta maidon ja maitotuotteiden kulutuksen määrän arvioiminen toteutui suuntaa antavasti asteikolla, kyllä, ei, saanti riittävä, saanti ei-riittävä.

Allison ym. (2020) tutkimustuloksesta herää kysymys, mikä mahtoi olla ollut D-vitamiinipitoisuus ja sen myötä saadun kalsiumin imeytymisen edellytys. Allison ym. 2020 tutkimustulokseen valossa herää myös kysymys, mikä on tässä seurantatutkimuksessa havaitun maidonkulutuksen ja uusien murtumien yhteys.

Maidon kulutuksen arvioiminen vanhempien omalla ilmoituksella vastaa tämän seurantatutkimuksen menettelyä, tiedon jälkikäteen muistin varainen ilmoittaminen ja siten tiedon paikkansapitävyys, mahdollinen ylioptimistisuus. Allisonin ym. (2020) ajatus useita murtumia saaneiden lasten ravitsemusohjauksesta tukee tämän tutkimuksen tulosta, elämäntapaohjauksen myönteistä vaikutusta murtumien vähenemiseen murtumia saaneilla lapsilla. (Allison ym. 2020, 146–147, 149–125.)

### **Fyysinen aktiivisuus, liikunta**

Fyysisestä aktiivisuudesta oli keskusteltu ensikäynnillä kaikkien tutkittavien kanssa. Seurantakäynnillä fyysisen aktiivisuuden tärkeydestä ja määrästä keskusteltiin lähes kaikkien kanssa käyntikirjausten perusteella. (Taulukko 17.)

Lasten liikunnan, fyysisen aktiivisuuden tarkassa ja täsmällisessä numeraalisessa arvioimisessa oli sama haaste kuin maitotuotteiden, D-vitamiini- ja kalsiumlisän arvioimisessa. Seurantakäyntikirjauksiin oli kirjattu vaihtelevalla tavalla liikunnasta ja sen riittävyydestä. Havaittiin kuitenkin, että fyysinen aktiivisuus, liikunnan määrä vaihteli suuresti tutkittavien välillä.

Osalla liikuntaa oli riittävästi (36,7%), ilmeisen runsaasti osalla ja osalla (26,7%) fyysinen aktiivisuus katsottiin riittämättömäksi, oli lähes olematonta. Käyntikirjaukset tulkittiin ja kategorisoitiin (taulukko 17). Kirjallisuudessa tuodaan esiin, että vuosina 2010–2012 alakoululaisista 9% ja yläkoululaisista 1% kohdalla toteutui 1,5 tunnin päivittäinen liikunta-annos (Poutanen 2017) Tähän tilastoon verrattuna murtumatutkimus 2005 lapset ja nuoret liikkuvat enemmän, vaikka lähes kolmanneksella syntyi havainto että liikuntamäärä oli riittämätön. Tässä saattoi olla vaikutus luun terveyteen ja uusiin murtumiin.

Miten fyysinen aktiivisuus tai epäaktiivisuus vaikutti lasten luustonterveyteen, on haasteellista arvioida. Tutkimuksen keskiössä ei ollut arvioida yksinomaan liikunnan vaikutusta, vaan liikunta oli vain yhtenä tutkimuksessa havainnoituna muuttujana.

Luun mineraalitiheydessä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero kontrolliin kutsuttujen vertailussa. Myös kliinisesti tarkasteltuna  $\leq -2,0$  Z-luvun esiintymistä

(taulukko 12) luuntiheyden minimiarvon paranivat suurimmalla osalla. (Taulukko 12. ja 13.)

Uusista murtumista syntyi liikuntaharrastuksen (40,0%) tai omaehtoisen liikkumisen (20,0%, pyöräily ja leikki) seurauksena enemmistö taulukko 14 mukaan. Uusista murtumista 26,7% syntyi ensimmäisen seurantavuoden aikana ja suurin osa (53,3%) viiden vuoden kuluessa ensikäynnistä. Tästä ei synny käsitystä, että liikunta altistaisi murtumille. Ennemminkin syntyy ajatus, että luuston kunto olisi ollut useimmilla vielä murtumille altista murtuman ja ensikäynnin välinen aika huomioiden. Saman suuntaiseen tulokseen ovat tulleet Detter ym. (2014) ruotsalaisessa lasten murtumatutkimuksessa. Detter ym. (2014) mukaan lasten liikunnallisuus ei altista murtumille vaan että sekä interventio- että kontrolliryhmällä havaittiin yhtäläinen riski murtumille. Lisäksi tässä seurantatutkimuksessa havaittiin tilastollisesti merkittävä muutos luun mineraalipitoisuudessa samoin kuin Detter ym. (2014). Tässä seurantatutkimuksessa ei eroteltu tyttöjä ja poikia luunmineraalipitoisuuden osalta. (Taulukko 14.) (Detter ym. 2014, 1332.)

Detter ym. (2014) havainnon mukaan tytöillä fyysinen aktiivisuus oli alhaisempaa kuin pojilla murrosiän molemmin puolin (Detter ym 2014, 1332). Fyysistä aktiivisuutta ei tässä seurantatutkimuksessa tarkasteltu tyttöjä ja poikia vertaillen, vaan ainoastaan fyysistä aktiivisuutta erottelematta tyttöjä ja poikia.

Seurantatutkimuksessamme liikenneonnettomuudet näyttelivät mittavaa osaa (26,7%) kaikista uusista murtumista. Tämän perusteella voidaan hyvin ajatella, että Bishop ym. (2013) ajatus vahvakin luu murtuu, kun vammaenergia on riittävä, pitää paikkansa. (Detter ym. 2014, 1332; Bishop 2014, 276.) Lasten ja nuorten tapaturmien ehkäiseminen onkin yksi tärkeä tapa estää lapsuusiän murtumia. Olisi tärkeää, että jokainen lapsi voisi liikkua jo lapsena ja murrosiässä mielekkäästi riittävän aktiivisesti luuston ja mielen hyvinvointia edistäen ja oppia liikunnallisen elämän tavan (Tammelin 2016; Poutanen 2017).

Mistä johtuu, että toiset lapset liikkuvat vähän, ovat fyysisesti epäaktiivisia ja toiset ovat erittäin aktiivisia ja urheilevat paljon. Mikä saisi alhaisen fyysisen

aktiivisuuden omaavat lapset liikkumana edes suositusten vähimmäismäärän? Nämä ovat vaikeita, ehkä ikuisuuskysymyksiä, mistä tulisi käydä yhteiskunnallista keskustelua ja pyrkiä auttamaan lapsia liikunnalliseen elämäntapaan.

### **Seuranta-aika tutkimuksessa**

Murtumatutkimus 2005 seuranta-ajat ja seurantakäyntien jakautuminen kuvataan taulukoissa 18 ja 19. Seuranta-aika jakautui n. 1–9 vuodelle. Ensimmäinen kontrollikäynti oli keskimäärin 1,5 vuoden kuluttua ensikäynnistä ja viimeinen keksimäärin 3,5 vuoden kuluttua. Seurantakäyntikertojen lukumäärää ei tässä työssä tarkasteltu. (Taulukot 18. ja 19.)

D-vitamiinipitoisuuksia tarkastellut Virtanen ym. (2022) tutkimus kesti 5 vuotta ja seurantakäyntejä oli kolme 6kk, 12kk ja 24kk. Lisäksi Virtanen ym. (2022) tutkimuksessa tutkittavilta kerättiin tietoa kyselylomakkeilla 12kk, 24kk, 36kk ja tutkimuksen päättyessä 60kk kohdalla. Randomoidut, lasten fyysisen aktiivisuuden merkitystä luun mineraalitiheydelle tarkastelleiden Detter ym. (2014) tutkimuksen seuranta-aika oli 6 vuotta ja Löfgren ym. (2011) tutkimuksen liikuntainterventio ja seuranta kesti 3 vuotta. (Löfgren 2011,1740; Detter ym. 2014; 1325; Virtanen ym. 2022, 1.)

Seuranta-ajan pituus vaihteli kirjallisuudessa olleissa interventiotutkimuksissa mutta oli yhtä pitkä koko kohortilla toisin kuin tässä murtumatutkimus 2005 seuranta-aika määrittyi yksilöllisesti kliinisen tarpeen perusteella vaihdellen 1–9 vuoden välillä. (Taulukot 18. ja 19.)

Kirjallisuuden ja tutkimuksen tulosten perusteella voidaan pohtia, oliko seuranta-aika liian lyhyt. Mikäli seuranta-aika olisi ollut pidempi ja kaikilla yhtä pitkä, olisiko se vaikuttanut tämän seurantatutkimuksen tulokseen, muuttanut tulosta luuntiheyden ja biokemiallisten mittausten osalta ja mahdollisesti vähentänyt uusien murtumien lukumäärää.

Lüthje ym. toteuttamassa interventiotutkimuksessa kartoitettiin murtumia saaneet ja tutkittaviin oltiin yhteydessä kirjallisesti. Heiltä kartoitettiin elintapoihin ja

terveyteen liittyvät tausta samansuuntaisesti kuten tässä murtumatutkimus 2005, mutta kirjallisesti. Tutkimus toteutettiin hoitajavetoisesti yhteistyössä lääkärin kanssa, toisin kuin murtumatutkimus 2005 oli yksinomaan lääkärivetoinen käynti. (Lüthje ym. 2021, 3016) Tämä olisi suositeltava menettely myös lasten murtumien sekundaariprevention toteuttamisessa.

### **Yhteenveto tulosten pohdinnasta**

Tutkimuksessa selvisi, että uudet murtumat vähenivät, D-vitamiinipitoisuus ja luuntiheys kohenivat. Uusi murtumia oli eniten yläraajoissa. Murtumat aiheutuivat liikunnallisesta aktiivisuudesta, mutta eivät ehkä johtuneet itse liikunnasta, vaan mahdollisesti luun vielä heikosta kunnosta, murtuma-alttiudesta sillä vähenivät vuosien kuluessa. Lisäksi liikenneonnettomuus moottoriajoneuvolla tai moottoriajoneuvon kanssa aiheutti joitakin murtumia, vamman aiheuttanut energia oli suuri.

Tutkimustuloksen perusteella voidaan todeta, että murtumatutkimus 2005 seurantakäyntien D-vitamiini-, kalsiumohjaus sekä fyysiseen aktiivisuuteen kannustaminen auttoi, toimi sekundaaripreventiona murtumia saaneilla lapsilla.

## **6.2 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus**

Opinnäytetyössä noudatettiin tutkimusta sääntelevää kansallista lainsäädäntöä (Lakilääketieteellisestä tutkimuksesta) ja asetuksia, sekä EU:n tietosuojasetusta, General Data Protection Regulation (GDPR), Helsingin julistusta ja sen tieteellistä tutkimusta ohjaavaa eettistä ohjeistusta. Tutkimuksessa toimittiin tutkimuseettisen toimikunnan (TENK) tutkimuseettistä ohjeistusta, eettisyyttä ja hyvää tieteellistä käytäntöä noudattaen, sekä HUS –organisaation ohjeistuksen mukaan tutkittavan oikeuksia suojaten. Henkilötietoja käsiteltiin luottamuksellisesti ja yksityisyyden suojaa kunnioittaen ja varjellen, minimoinnin periaatetta noudattaen. (Laki lääketieteellisestä tutkimuksesta, 1999/488; TENK Hyvä tieteellinen käytäntö 2012, 6–9; TENK julkaisuja 3/2019, 4–23; EU:n tietosuojasetus 2016/679; HUS, Pysyväisohje 20/2018, Opinnäytetyön

tutkimuslupa; Tietosuojalaki; Tietosuojavaltuutettu, Henkilötietojen minimointi, n.d.)

### **Opinnäytetyön eettisyys**

Tutkimuksessa pyrittiin täyteen luotettavuuteen ja objektiivisuuteen aineistoa kerätessä, analysoitaessa ja tuloksia arvioitaessa. Tutkimuksessa tavoiteltiin mahdollisimman korkeaa eettistä hyväksyttävyyttä, luotettavuutta ja uskottavia tuloksia.

Opinnäytetyössä toimittiin rehellisesti, huolellisesti, välttämättä vilppiä ja vilpillistä toimintaa. Lähdeluettelo on totuudenmukainen, suhteessa työssä käytettyihin viittauksiin. Kanssatutkijoita ja heidän työtään kunnioitettiin ja arvostettiin tuomalla esiin lähteinä käytettyjen tutkimusten tutkijat ja artikkelien kirjoittajat tekstiviittauksissa ja lähdeluettelossa. Tutkimustulokset ja käytetyt menetelmät on raportoitu totuudenmukaisesti. Tutkimusaineistoa käsiteltiin ja tulokset kirjattiin ja säilytettiin huolellisesti tietoturvalisessä paikassa HUSin tietoturvalisella levyasemalla HUS ohjeistuksen mukaisesti yksilön tietoturvasta huolehtien ja tietosuojasäädöksiä noudattaen. (TENK 2012, 6,7) Aiemman tutkimuksen tutkimusaineisto, rekisteri, toimi tämän tutkimuksen lähtökohtana. Rekisterin avulla haettiin tämän tutkimuksen vaatima välttämätön aineisto HUS-potilastietojärjestelmästä ja pseudonymisoitiin välittömästi eikä tutkittaviin ei otettu yhteyttä. (TENK.2012, 6–7; Tietosuojavaltuutetun kotisivu, 2021; Räisänen & Gissler 2012, 66.)

Opinnäytetyötutkimus on seurantatutkimus vuonna 2005 tehdylle tutkimukselle. Opinnäytetyön tutkimuksessa henkilötietojen käsittelyperuste on tieteellinen tutkimus, mikä on yhtenevä edeltävän alkuperäisen tutkimuksen tarkoituksen kanssa. Tutkimuksen tarkoitus oli yleinen etu, tuottaa yksilön terveyttä edistävää ja yhteiskunnallisesti hyödyttävää tietoa eikä tutkimusta olisi voitu suorittaa ilman henkilötietojen käsittelyä.

Opinnäytetyössä käytettävän aineiston tutkittavat ja heidän huoltajansa olivat antaneet vapaaehtoisen tietoon perustuvan suostumuksensa v. 2005 tutkimukseen osallistumisestaan ja sairaskertomustietojensa läpikäymiseen. Koska tässä tutkimuksessa henkilötietojen käsittely oli yhtenevä aiemman tutkimuksen kanssa, tarpeen yleisen edun mukaista tieteellistä

tutkimustarkoitusta varten ja tutkittavien oikeudet suojattiin asianmukaisesti, oli käsittelyperuste tietosuojalain mukainen eikä uutta käsittelyperustetta tai erillistä uutta suostumusta tarvittu. (Tietosuojavaltuutettu, henkilötietojen käsittelyperuste n.d.)

Opinnäytetyö kuului prof. Outi Mäkätien tutkimusryhmän tutkimushankkeeseen, jolla on HUS eettisen toimikunnan puoltava lausunto ja voimassa oleva HUS Lasten- ja nuorten sairauksien tulosyksikön myöntämä tutkimuslupa. Tutkimusryhmässä toteutui hyvä taloudenpito ja henkilöstöpolitiikka. HUS pysyväisohjeistuksen mukaan opinnäytetyölle ei tarvita erillistä HUSin tutkimuslupaa, mikäli työ kuuluu tutkimushankkeeseen, jolla on voimassa oleva HUSin tutkimuslupa. (Räisänen & Gissler 2012, 66–67; TENK. 2012, 6–7; HUS, Yhtymähallinto, Pysyväisohje 20/2018.)

### **Opinnäytetyön luotettavuus**

Aineiston analyysi, tulkinta ja johtopäätökset ovat tutkimuksen ydintä Hirsjärvi ym. (2007) mukaan. Tutkimusaineisto tallennettiin tarkasti ja huolella Excel-tiedostoon ja tarkastettiin ennen siirtämistä analysointia varten SPSS – ohjelmaan. Aineisto analysoitiin kvantitatiiviselle tutkimukselle ominaisin laadukkain tilastollisin menetelmin. Tutkimus tulokset tulkittiin objektiivisesti ja johtopäätökset tehtiin rehellisesti mitään peittelemättä. Tutkimustuloksia arvioitiin ja merkityksiä pohdittiin rehellisesti tutkimuskysymyksen valossa ja myös laajemman merkityksen näkökulmasta inhimillisiä yksilöön kohdistuvia ja yhteiskunnallisia vaikutuksia unohtamatta. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara, 2009, 221–230; TENK 2012, 6; Heikkilä 2014, 13–14, 15.)

Stengårdin (2011) ja Uhari & Niemisen (2012) esiin nostamat epidemiologisen tutkimuksen virhelähteet ovat mahdollisia tässäkin tutkimuksessa, vaikka ne pyrittiin tiedostamaan ja minimoimaan käytettävissä olevin menetelmin. Harhoja pyrittiin välttämään tiedostamalla niiden mahdollinen olemassaolo ja huomioimaan ne jo suunnitteluvaiheessa mahdollisuuksien mukaan mutta myös analyysi- ja tulkintavaiheessa niiltä osin mitä virheitä voi syntyä näissä vaiheissa. Tutkimusotosta ei voinut enää randomisoida sillä kohortti oli jo koossa eikä ryhmiä voinut enää jaotella, kun jaottelu oli tapahtunut jo edeltäneessä vuoden

2005 murtumatutkimuksessa lääketieteellisin, diagnostisin perustein. Opinnäytetyön tekijä pohti, mitä virhemahdollisuuksia tässä tutkimusasetelmassa piili, ja huomioi ne työssään niin että voi välttää virheet mahdollisuuksien mukaan. (Stengård, 2011; Uhari & Nieminen 2012, 35–36; Heikkilä 2014.)

Tutkimuksessa pyrittiin objektiivisuuteen ja validiuteen huolellisella suunnittelulla ja harkiten mittarin valintaa, perustaen valinnat tutkittuun teoretietoon. Tutkimuksen reliabelius turvattiin analyyseissä 95% luottamusvälillä ja p-arvolla 0,05 että tulokset olisivat ei-sattumanvaraisia. Tutkimus on myös toistettavissa, sillä aineisto on tallessa ja vastaava tutkimusasetelma toteutettavissa. Validiteetista huolehdittiin valitsemalla tutkimukseen muuttujiksi ja mittareiksi luuston terveyttä tieteellisin perustein mittaavat kliiniset tutkimukset ja havainnot lääketieteellisin perustein. Päätelmät tutkimuksen tuloksista tulkittiin tutkittuun tietoon perustuen. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2009, 231–233.)

Epidemiologiselle tutkimukselle tunnusomaisesti pyrittiin selvittämään murtumille altistavia tekijöitä, syitä lapsilla (Uhari & Nieminen 2012, 35–36). Tutkimuksessa selvitettiin huolellisesti ja tarkasti, 1) vaikuttiko altiste, (tavanomainen D-vitamiini-, kalsium-, liikuntaohjaus) havainnoitaviin muuttujiin (D-vitamiinipitoisuuteen ja luun mineraalitiheyteen, (z-score-arvo) ja uusien murtumien esiintymiseen), 2) löytyikö tutkimuksen muuttujien ja päätetapahtumaan (uusien murtumien ilmaantuminen tai murtumien syntyminen loppumiseen) välille yhteyttä.

Käytetyt mittausmenetelmät arvioitiin ja valittiin tieteellisin perustein mutta myös noudattaen vuoden 2005 murtumatutkimuksessa käytettyjä mittareita. Mahdolliset epidemiologiselle tutkimukselle ominaiset virhelähteet, sekoittavat tekijät, vaikutuksen muovaajat (interaction) kuten esim. se, että D-vitamiinin puute haittaa kalsiumin imeytymistä, heikentäen luun laatua, vaikka kalsiumia saataisiinkin riittävästi ja harhat (bias) kuten otoskoko, randomisointi, tutkittavien omaraportoimat tiedot, pyrittiin tiedostamaan, havaitsemaan, huomioimaan ja eliminoimaan mahdollisuuksien mukaan. Mahdolliset selvittävät syyt kuten pitkäaikaisairaudet pyrittiin sulkemaan pois aineistosta. Epäsuorana syy-yhteytenä murtumille voidaan nähdä elintavoista johtuva luun haurastuminen ja siten murtuma-alttius. Suorana syynä murtumille voidaan nähdä suuri



vammaenergia ja extremelajit. (Stengård, 2011; Heikkilä, 2014; Uhari & Nieminen 2012, 35–37.)

Tutkimuksen teoreettisen taustan muodosti integratiivinen, kuvaileva tutkimusaihetta käsittelevä kirjallisuuskatsaus. Hakusanoina käytettiin mm. bone health, children, vitamind, childhood, fracture, injuries, secondary prevention, recurrent fracture, luuntiheysmittaus, D-vitamiini, lasten liikunta, lasten liikuntasuositukset, z-score, bone density luustonterveys, osteoporoosi, epidemiologia.

Hakukoneina käytettiin lääketieteen julkaisujen laajaa, kansainvälistä tietokantaa Medline (PubMed). Lisäksi tietoa haettiin kotimaisesta Duodecim -tietokannasta tieteelliseen näyttöön nojaavista Duodecim –seuran laatimista Käypä hoito –suosituksista ja asiantuntija-artikkeleista ja Oppiportin e-oppikirjoista. (Duodecim n.d.).

Tausta-aineistojen luotettavuutta ja laatua arvioitiin tieteellisille artikkeleille asetetuilla HOTUS, JBI – arviointikriteereillä. Mukaan luettavan asiantuntija-artikkelin kohdalla pohdittiin artikkelin sisällön luotettavuutta ja kirjoittajan kompetenssia kirjoittaa aiheesta luotettavasti ja tutkittuun tietoon perustuen. Huomio kiinnitettiin myös artikkelin kirjoittajan ymmärrykseen pohtia oman tutkimuksensa heikkouksia. Julkaisujen luotettavuutta arvioitiin myös Julkaisuforumista (JUFO) saadun tiedon avulla ja vertaisarvioinnin toteutumisella. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara, 2009, 258–260.)

Kirjallisuuskatsaukseen luettiin mukaan mahdollisimman tuoreita, vain vertaisarvioituja, luotettavissa julkaisuissa julkaistuja oppikirja- ja tutkimusartikkeleita ja katsauksia. Lähteiksi hyväksyttiin myös näyttöön, tieteelliseen tutkimukseen perustuvia, vertaisarvioituja, laadukkaita katsausartikkeleita, jotka on julkaistu arvostetuissa lääketieteen julkaisuissa sekä luotettavien, alansa tunnettujen asiantuntijoiden tieteellisiä vertaisarvioituja katsauksia ja tutkimusaihetta koskevia artikkeleita Duodecim -tietokannasta ja näyttöön perustuvia Käypä hoito –suosituksia. Mukaan luettiin mahdollisimman tuoreet julkaisut.

Tieteellisen tutkimuksen ja opinnäytetyön tekemisen rahoitti ja kustannuksista vastasi ensisijaisesti opinnäytetyöntekijä itse. Välillisesti opinnäytetyötä rahoitettiin Prof. Outi Mäkitie kotimaisista ja kansainvälisistä tutkimusapurahoista, mistä Prof. Mäkitien tutkimusryhmässä tutkimushallintokoordinaattorina työskentelevän opinnäytetyön tekijän palkka maksettiin. Opinnäytetyöntekijä sai käyttää työaika aineiston keruuseen ja analysointiin, mutta opinnäytetyön kirjoittaminen tuli tehdä opiskelijan omalla ajalla, ei työajalla. Erillistä rahoitusta tähän tutkimukseen ei opinnäytetyöntekijällä ollut tarpeen hakea. (TENK. 2012, 6.)

Julkaisutoiminnassa noudatetaan opinnäytetyön valmistumisen aikaan TAMKissa vallitsevaa ohjeistusta ja tutkimusta ohjaavan Prof. Outi Mäkitien näkemystä. Tutkimuksen aineisto on varsin pieni ja vanha, joten on epätodennäköistä, että sitä voitaisiin sellaisenaan julkaista esim. kansainvälisessä tieteellisessä julkaisussa artikkelina. Opinnäytetyöhön liittyvä kypsyysnäyte on tarkoitus tehdä kirjoittamalla artikkeli ammattilehteen, esim. Terveystietä -lehteen.

Lisäksi opinnäytetyön aineistoa, tuloksia on mahdollista käyttää osana laajempaa, myöhemmin suoritettavaa tutkimusta, mikä kattaisi myös viime vuosien aikana hoidettuja murtuma-alttiita lapsia ja julkaista osana laajempaa tutkimuskokonaisuutta kansainvälisessä julkaisusarjassa. Tämän vuoksi opinnäytetyötutkimus voidaan nähdä pilottitutkimuksena myöhemmälle laajemmalle tutkimukselle. Opinnäytetyöntutkimuksen aiheen jatkotutkimuksista ja aineiston uudelleen käyttämisestä on vastuussa tutkimusta ohjannut Prof. Outi Mäkitie.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja innostava mitä lisäsi työskentely tutkimushoitajana luustonterveyttätutkimuksessa tutkimusryhmässä. Opinnäytetyö oli kaikin puolin opettavainen mutta vaativa ja aikaa vievä prosessi. Lisäksi opinnäytetyön tekeminen yksin teki prosessista hyvin yksinäistä ahertamista. Useat prosessin eri vaiheissa käytyt ohjauskeskustelut ja työyhteisön vankka tuki mahdollistivat tämän työn toteutumisen. Opinnot työnohessa ottivat veronsa.

Tutkimuksella on myös omat heikkoutensa mutta myös vahvuutensa. Aineisto on varsin pieni ja ajalta ennen nykyisiä ravitsemussuosituksia. Toisaalta tämä mahdollisti pitkän seuranta-ajan. Virhelähteet näkyvät pienessä aineistossa. Voidaan ajatella, että pienestä koosta johtuen tilastollisesti merkittävät erot voivat jäädä toteutumatta. D-vitamiinipitoisuudessa ja luuntiheydessä nähtiin kuitenkin tilastollisesti merkitsevää eroa. Tästä syystä tuloksia voidaan pitää luotettavina, suuntaa antavina, vaikka kontrolliaikapisteitä olikin mahdollista muodostaa yksi johtuen otoksen koosta, seuranta-ajan lyhyestä kestosta ja käyntikertojen vähyydestä.

D-vitamiinisuositukset ovat muuttuneet pian tutkimuksen ensikäynnin ajankohdan (2005–2006) jälkeen vuonna 2010. Kaikkia havaintoja ei voitu täydellisesti vahvistaa ja pitää luotettavina vaihtelevan kirjaamisen vuoksi Lasten sairaalassa. Kuitenkin tutkimusta ja sen tulosta voidaan pitää riittävän luotettavina. D-vitamiinia kuvaavat veriarvot mitattiin kaikkina vuoden aikoina, ei yksinomaan syksyllä tai keväällä, tätä voidaan pitää tutkimuksessa vahvuutena ja lisää tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimus kuvaa murtumia saaneiden lasten ja nuorten luustonterveyden kehitystä ja elintapoja seurannan aikana ja ajankohtana Suomen väkiluvultaan suurimmassa kaupungissa. Kohorttiin kuului myös muutamia ulkomaalaistaustaisia, tumman ihonvärin omaavia tutkittavia, ja tätä voidaan pitää tutkimuksen vahvuutena, luotettavuutta lisäävänä.

Tutkimuksen tuloksia voidaan pitää yleistettävyyden osalta suuntaa antavina. Tuloksesta voidaan todeta, että se on linjassa aiempien tutkimusten kanssa, vaikka kuvaakin rajatun alueen tutkimusajankohtana murtumia saaneita lapsia.

Raportin sisältö pyrittiin keskittämään kysymyksen asettelun näkökulmasta olennaisiin seikkoihin ja teksti kirjoittamaan tiiviisti. Aiheen laajuus ja tutkijan rajallinen kokemus tämän kaltaisen tekstin kirjoittamisessa aiheutti haasteita ja rajoitti tätä osaltaan.

### 6.3 Johtopäätökset, jatkotutkimus- ja kehittämisehdotukset

Murtumia aiheuttaa lapsilla aktiivisuus, tavallinen elämä. Tässä tutkimuksessa ei havaittu lainkaan trampoliinionnettomuuksia tai mitään extremelajien aiheuttamia murtumia. Joukkuelajit urheilumuodoista ja liikenneonnettomuudet aiheuttivat suurimman osan murtumista. Ravitsemuksella voidaan arvioida olleen osansa murtumien aiheuttajana, luun hauraudessa.

Tulosten, kohentunut D-vitamiinipitoisuus ja luuston mineraalitiheys sekä merkittävien murtumien väheneminen, perusteella voidaan päätellä, että murtuma-alttiiden lasten havaitseminen ja kohdennettu elämäntapaohjaus, sekundaaripreventio, olisi merkityksellistä ja suositeltavaa luuston terveyden kohenemisessä ja uusien murtumien ehkäisemisessä.

Murtumia saaneiden lasten kohdalla tulisi hyvin varhain, jopa jo ensimmäisen murtumahoidon yhteydessä keskustella elintavoista, riittävästä D-vitamiinin, kalsiumin ja luustoa kuormittavan liikunnan saamisesta ja tarjota ohjausta, kun havaitaan puutteita.

Useissa tutkittavien lasten käyntikirjauksissa havaittiin maininta D-vitamiinilisän käytöstä neuvolanohjeiden mukaan, joten olisiko aihetta harkita, että kouluterveydenhuollossa jatkettaisiin eräänlaista nuorisoneuvolatoimintaa aktiivisemmin?

Olisiko mahdollista, että Suomessa olisi murtumien sekundaarisen prevention työkaluna sairaanhoitajavetoinen poliklinikka julkisessa terveydenhuollossa? Sairaanhoitajan vastaanotolla kartoitettaisiin murtuman synnyttyä elintapoja ja tottumuksia, annettaisiin ohjausta ja tarvittaessa voitaisiin konsultoida lääkäreitä. Luustolle tärkeästä lasten ja nuorten riittävästä liikunnasta tulisi käydä yhteiskunnallista keskustelua. Peruskoulun opetussuunnitelmaa tulisi olla mahdollisuutta päivittää niin että se sisältäisi mielekästä liikuntaa ja sekä kannustaisi että ohjaisi kaikkia lapsia liikkumaan itselle mielekkäässä lajissa/tavalla mielihyvää tuottaen.

Kalsiumin saannista tulisi käydä yhteiskunnallista keskustelua, saanti huomioida ja huolehtia riittävästä kalsiumin saannista lasten ja nuorten kohdalla.

D-vitamiinin saantisuositukset ovat muuttuneet tämän murtumatutkimus 2005 kohortin ensikäyntien ja seuranta-ajan jälkeen. Olisi tarpeellista ja mielenkiintoista selvittää, mikä on lasten murtumatilanne, onko murtumat vähentyneet ja mikä on lasten D-vitamiinitilanne nyt uusilla saantisuosituksilla, tulisiko saantisuositusta muuttaa edelleen.

## 7 KIITOKSET

Kiitän ohjaajaani Mäkitie-tutkimusryhmän päätutkijaa, luustonterveyteen ja -sairauksiin laajasti perehtynyttä, kansainvälisesti tunnustettua tutkijaa, professori Outi Mäkitietä työni aiheesta ja mahdollistamisesta sekä hyvästä ja aina rohkaisevasta ohjaamisesta. Kiitos Outi prosessin taloudellisesta tukemisesta, aineistonkeruun ja analysoinnin mahdollistamisesta työajalla.

Kiitän Tampereen ammattikorkeakoulun yliopettajaa, ohjaajaani, Dosentti Sari Räisästä hyvästä ja kannustavasta ohjauksesta prosessin aikana.

Lisäksi kiittää TAMKin yliopettajaamme, Dosentti Arja Halkoahoa kaikesta ymmärryksestä, tuesta ja joustosta mitä opintojeni suorittaminen vaati johtuen opintojen alkuvaiheessa tapahtuneesta vakavasta loukkaantumisesta ja perheeni raskaista yllättävistä kohtaloista pian palattuani opintojen pariin syksyllä 2020.

Kiitos lähin esihenkilöni Dosentti Minna Pekkinen ja Mäkitie-tutkimusryhmässä kanssani työskentelevät tutkijat ja henkilöstö. Olitte kukin omalla ainutlaatuisella tavallanne aina oikeassa paikassa oikeaan aikaan tukenani, apunani ja ajatusten vaihtokumppaneina. Helena, kiitos vinkeistä alkumetreillä SPSS:n kanssa ja Mari vinkeistäsi Excel-grafiikassa. LT Mervi Mäyränpää, kiitos murtumatutkimus 2005-projektin hyvästä pohja-aineistosta.

Suuri kiitos rakkaalle puolisololleni Pekalle kaikesta tuesta ja avusta perheen arjen käytännönasioiden huolehtimisesta varsinkin prosessin loppumetreillä. Kiitos kolmelle nuorelle aikuiselle lapselleni, sekä miniälleni myötäelämisestä tässä prosessissa.

Rakkaat ystäväni, kiitos tuestanne koko tämän prosessin matkanvarrella, vaikka aikaa ystävyysden hoitamiselle on ollut tuskin ollenkaan.

Kiitän myös Luojaani kaikesta, elämänlahjasta ja terveydestäni, tämä työ toteutumisesta ja loppuun saattamisesta.

## LÄHTEET

Alén, M. & Arokoski, J. 2015. Liikunnan ja harjoittelun fysiologiset perusteet. Arokoski, J., Mikkelsen, M., Pohjolainen, T. & Viikari-Juntura, E. (toim.) Fysiatria. E-kirja. Päivitetty 4.8.2015 Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.2.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/fys00007/do> Artikkelin tunnus: fys00007 (007.000)

Allison, R.M., Birken, C.S., Lebovic, G., Howard, A.W & L'Abbe, M.R., Morency, M-E., Maguire, J.L., & The TARGet Kids! Collaboration. 2020. Consumption of Cow's Milk in Early Childhood and Fracture Risk: A Prospective Cohort Study. *Am J Epidemiol.* 189(2), 146–155.

Arikoski, P., Kröger, L. & Mäkitie, O. 2005. Lapsuusiän hankinnainen osteoporoosi – diagnostiikan ja hoidon suuntaviivoja. *Katsaus. Duodecim.* 121(19):2059–67 <https://www.duodecimlehti.fi/duo95245>

Bishop, N., Arundel, P., Clark, E., Dimitri, P., Farr, J., Jones, G., Mäkitie, O., Munns, C.F. & Shaw, N. 2014. Fracture Prediction and the Definition of Osteoporosis in Children and Adolescents: The ISCD 2013 Pediatric Official Positions. *Journal of Clinical Densitometry: Assessment & Management of Musculoskeletal Health. The International Society for Clinical Densitometry.* 17(2), 275-280.

Conley, R.B., Adib, G., Adler, R.A., Åkesson, K.E., Alexander, I.M., Amenta, K.C., Blank, R.D., Brox, W.T., Carmody, E.E., Chapman-Novakofski, C., Clarke, B.L., Cody, K.M., Cooper, C., Crandall, C.J., Dirschl, D.R., Eagen, T.J., Elderkin, A.L., Fujita, M., Greenspan, S.L., Halbout, P., Hochberg, M.C., Javaid, M., Jeray, K.J., Kearns, A.E., King, T., Koinis, T.F., Scott Koontz, J., Kužma, M., Lindsey, C., Lorentzon, M., Lyritis, G.P., Michaud, L., Miciano, A., Morin, S.N., Mujahid, N., Napoli, N., Olinginski, T.P., Puzas, E.J., Rizou, S., Rosen, C.J., Saag, K Thompson, E., Tosi, L.L., Tracer, H., Khosla, S. & Kiel, D.P. 2020. Secondary Fracture Prevention: Consensus Clinical Recommendations from a Multistakeholder Coalition. *Journal of Bone and Mineral Research.* 35(1), 36–52.

Contreras, J. J., Hiestand, B., O'Neill, J. C., Schwartz, R. & Nadkarni, M., Vitamin D Deficiency in Children With Fractures. 2014. *Pediatric Emergency Care.* 30 (11), 777-781.

Detter, F., Rosengren, B.E., Dencker, D., Lorentzon, M., Nilsson, J.-Å. & Karlsson, M.K. 2014. A 6-year exercise program improves skeletal traits without affecting fracture risk: a prospective controlled study in 2621 children. *Journal of Bone and Mineral Research.* 29(6), 1325-1336.

DMPTuuli. n.d. Aineistonhallintasuunnitelma. Verkkosivu. Viitattu 24.4.2021. <https://www.dmptuuli.fi/>

Duodecim n.d. Tuotteet ja Palvelut, Terveystuotteen ammattilaisille. Verkkosivu. Viitattu 7.3.2022. <https://www.duodecim.fi/tuotteet-ja-palvelut/>

D-vitamiini. 2018. Valtion ravitsemusneuvottelukunta (VNR). Verkkosivu. Viitattu 10.3.2022  
<https://www.ruokavirasto.fi/teemat/terveytta-edistava-ruokavalio/ravintoaineet/d-vitamiini/>

D-vitamiinivalmisteiden käyttösuositus imeväisikäisillä. 2018. Valtion ravitsemusneuvottelukunta (VNR). Verkkosivu. Viitattu 10.3.2022  
[https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/terveytta-edistava-ruokavalio/ravitsemus--ja-ruokasuositukset/vrn\\_imevaisik-dvitamiinivalm.-kayttosuositus\\_valmis\\_k\\_20.9.2018.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/terveytta-edistava-ruokavalio/ravitsemus--ja-ruokasuositukset/vrn_imevaisik-dvitamiinivalm.-kayttosuositus_valmis_k_20.9.2018.pdf)

Escott, B.G., To, T.M., Beaton, D.E. & Howard, A.W. 2019. Risk of recurrent fracture: A population-based study. *Pediatrics*. 8.1.2019. 144(2), 146–155.

EU:n tietosuoja-astus 2016/679 Viitattu 1.4.2021 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1528874672298&uri=CELEX%3A02016R0679-20160504>  
<https://tietosuoja.fi/tietosuoja laki>

Freese, R., Voutilainen E. & Mutanen, M. 2021 D-vitamiini. Teoksessa Mutanen, M., Niinikoski, H., Schwab, U. & Uusitupa, U. (toim.) 2014. Ravitsemustiede. E-kirja. Päivitetty 12.4.2021 Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.2.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/rvt00062/do> Artikkelin tunnus: rvt00062 (011.003)

Hakkola, J. 2018. D-vitamiini. Teoksessa Ruskoaho, H., Hakkola, J., Huupponen, R., Kantele, A., Korpi, E.R., Moilanen, E., Piepponen, P., Savontaus, E., Tenhunen, T. & Vähäkangas, K. (toim.) Farmakologia ja toksikologia. E-kirja. Päivitetty 3.12.2018 Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 4.3.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/lft00192/do> Artikkelin tunnus: lft00192 (045.045)

Heikkilä, T. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Tilastollinen tutkimus, EDITA, © Tarja Heikkilä ja Edita Publishing Oy. 2014. Viitattu 1.4.2021  
<http://tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri, Yleishallinto, Pysyväisohje 20/2018, Opinnäytetyön tutkimuslupa. Viitattu 22.3.2021  
<https://www.hus.fi/tutkimus-ja-opetus/tutkijan-ohjeet/tutkimuslupa-ja-tietolupa>

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. painos. Helsinki: Tammi.

HOTUS, Tutkimusten arviointikriteeristöt (JBI), Viitattu 1.4.2021,  
<https://www.hotus.fi/jbin-kriittisen-arvioinnin-tarkistuslistat/>

Huupponen, R. & Savontaus, E. 2018a. D-vitamiini. Teoksessa Ruskoaho, H., Hakkola, J., Huupponen, R., Kantele, A., Korpi, E.R., Moilanen, E., Piepponen, P., Savontaus, E., Tenhunen, T. & Vähäkangas, K. (toim.) Farmakologia ja toksikologia. E-kirja. Päivitetty 3.12.2018 Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.2.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/lft00333/do> Artikkelin tunnus: lft00333 (031.088)



Huupponen, R. & Savontaus, E. 2018b. Prathormoni. Teoksessa Ruskoaho, H., Hakkola, J., Huupponen, R., Kantele, A., Korpi, E.R., Moilanen, E., Piepponen, P., Savontaus, E., Tenhunen, T. & Vähäkangas, K. (toim.) Farmakologia ja toksikologia. E-kirja. Päivitetty 3.12.2018 Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.2.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/lft00331/do> Artikkelin tunnus: lft00331 (031.084)

Huupponen, R. & Savontaus, E. 2018c. Kalsium. Teoksessa Ruskoaho, H., Hakkola, J., Huupponen, R., Kantele, A., Korpi, E.R., Moilanen, E., Piepponen, P., Savontaus, E., Tenhunen, T. & Vähäkangas, K. (toim.) Farmakologia ja toksikologia. E-kirja. Päivitetty 3.12.2018 Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 27.3.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/lft00329/do> Artikkelin tunnus: lft00329 (031.080)

Hurme, T. 2015. Kasvuikäisten raajamurtumat. Katsaus. Verkkosivu. Viitattu 8.4.2021 Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim.131(5):457–463. <https://www.duodecimlehti.fi/duo12146>

HUSLAB-tutkimusohjekirja. 2022. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkosivu. Viitattu 15.3.2022. <https://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt.cgi.exe?hakulauseke=viitearvot&submit=Hae&kenttavalinta=>

Kankkunen, P. & Vehviläinen-Julkunen, K. 2010. Tutkimus hoitotieteessä. 1.–2. painos. Helsinki: WSOYpro

Karjalainen, L. 2018. Tilastotieteen perusteet. 3. painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy

Kröger, H. 2013. FRAX-murtumariskilaskuri osteoporoosin diagnostiikassa ja hoidossa. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim 129(11):1149–52

Laki lääketieteellisestä tutkimuksesta 1999/488 Viitattu 1.4.2021 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990488>

Lamberg-Allardt C. & Kröger, H. 2021. D-vitamiini. Teoksessa Mutanen, M., Niinikoski, H., Schwab, U. & Uusitupa, U. (toim.) 2014. Ravitsemustiede. E-kirja. Päivitetty 12.4.2021 Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.2.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/rvt00252/do?> Artikkelin tunnus: rvt00252 (034.007)

Liikunta. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Käypä hoito -johtoryhmän asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2016 Viitattu 26.02.2022. Saatavilla internetissä: <https://www.kaypahoito.fi/hoi50075?tab=suositus#K1>

Lüthje, P., Nurmi-Lüthje, I., Tavast, N. & Villikka, A. & Kataja, M. 2021. Evaluation of minimal fracture liaison service resource: costs and survival in secondary fracture prevention—a prospective one-year study in South-Finland. Aging Clinical and Experimental Research. 33(11):3015–3027.

Löfgren, B., Detter, F., Dencker, M., Stenevi-Lundgren, S., Nilsson, J.-Å. & Karlsson, M.K. 2011. Influence of a 3-year exercise intervention program on

fracture risk, bone mass, and bone size in prepubertal children. *Journal of Bone and Mineral Research*. 26(8):1740–1747.

Mathison, D.J. & Agrawal, D., 2010. An Update on the Epidemiology of Pediatric Fractures. *Pediatric Emergency Care*. 26(8):594-603.

Metsävainio, K. & Saha, H. 2020. Kalsiumin aineenvaihdunta. Teoksessa Alahuhta, S., Ala-Kokko T., Hyppölä, H., Kaartinen, J. & Savolainen, T. (toim.) 2020. Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. E-kirja. Päivitetty 3.12.2020 Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 3.3.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/phh00145/do> Artikkelin tunnus: phh00145 (007.070)

Mustajoki, P. 2021. Osteoporoosi (luukato) - Terveyskirjasto Lääkärikirja Duodecim. Viitattu 27.4.2022. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00053> Artikkelin tunnus: dlk00053 (032.030)

Mäkitie, O. 2016a. Luuston normaali kasvu ja kehitys. Teoksessa Rajantie J., Heikinheimo, M. & Renko, M. (toim.) Lastentaudit. E-kirja. Päivitetty 19.4.2016. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim Viitattu 24.2.2022 Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/opk04498> Artikkelin tunnus: lta00349 (033.001).

Mäkitie, O. 2016b. Luuston sairaudet. Teoksessa Rajantie, J., Heikinheimo, M. & Renko, M. (toim.) Lastentaudit. 2021 Kustannus Oy Duodecim. Päivitetty 19.4.2016. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim Viitattu 7.4.2021 Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/lta00350/do> Artikkelin tunnus: lta00350(033.002)

Mäkitie, O. & Zillikens, M.C. 2021. Early-Onset Osteoporosis. Review. *Calcified Tissue International*. Published online 8.7.2021 <https://link.springer.com/article/10.1007/s00223-021-00885-6>

Mäyränpää, M. K., Mäkitie, O. & Kallio, P.E. 2010. Decreasing incidence and changing pattern of childhood fractures: A population-based study. *Journal of Bone and Mineral Research*. 25(12):2752-2759.

Mäyränpää, M., Mäkitie, O. & Kallio, P., 2013. Lasten murtumien muuttuva kirjo. Katsaus. *Läketieteellinen aikakauskirja Duodecim*. 2013. 129(19):1993–2001 Viitattu 19.2.2020 <https://www.duodecimlehti.fi/duo11241>

Mäyränpää, M., Viljakainen, H., Toiviainen-Salo, S., Kallio, P., E. & Mäkitie, O., 2012. Impaired Bone Health and Asymptomatic Vertebral Compressions in Fracture-Prone Children: A Case-Control Study. *Journal of Bone and Mineral Research*. 27(6) 1413–1424.

Osteoporoosi. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Endokrinologiyhdistyksen, Suomen Gynekologiyhdistyksen ja Suomen Geriatri ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2020. Viitattu 4.3.2022. Saatavilla internetissä: <https://www.kaypahoito.fi/hoi24065#K1>

Paakkari, I., 2021, D-vitamiini, Terveyskirjasto Lääkärikirja Duodecim. 8.3.2021 © 2021 Kustannus Oy Duodecim. Artikkelin tunnus: dlk01044 (032.075)

Viitattu 6.4.2021 <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk01044/d-vitamiini>

Parland-von Essen J., 2020. Vastuullinen tiede. Tutkimusetiikka ja tiedeviestintä Suomessa. Viitattu 1.3.2021. <https://vastuullinentiede.fi/fi/jatkokaytto/fair-periaatteet-tukevat-hyvaa-tutkimuslaatua>

Pekkinen, M., Viljakainen, H., Saarnio, E., Lamberg-Allardt, C. & Mäkitie, O. 2012. Vitamin D Is a Major Determinant of Bone Mineral Density at School Age. *PlosOne* 7(7):e40090  
<https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0040090&type=printable>

Poutanen, T., 2017. Lasten liikuntasuositus. Teoksessa Ojala, T., Happonen J-M., Jokinen, J. & Pihkala, J. (toim.) Käytännön kardiologiaa. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.2.2022 Vaatii käyttöoikeuden.  
<https://www.oppiportti.fi/op/klk02202/do> Artikkelin tunnus: klk02202 (022.002)

Raulio, S., Erlund, I., Männistö, S., Sarlio-Lähteenkorva, S., Sundvall, J., Tapanainen, H., Vartiainen, E. & Virtanen, S.M. 2017. Successful nutrition policy: Improvement of Vitamin D intake and status in Finnish adults over the last decade. *European Journal of Public Health*. 27(2):268-273.

Rosendahl, J., Valkama, S., Elisa Holmlund-Suila, E., Enlund-Cerullo, M., Hautalalus, H., Helve, O., Hytinantti, T., Levälähti, E., Kajantie, E., Viljakainen, H., Mäkitie, O. & Sture Andersson, S. 2018. Effect of Higher vs Standard Dosage of Vitamin D3 Supplementation on Bone Strength and Infection in Healthy Infants A Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatrics*. 172(7):646-654.

Räisänen, S. & Gissler, M. 2012. Rekisteritutkimus - mahdollisuus hoitotieteessä *Hoitotiede*. 24(1). 62–69.

Schneeberg, A., Ishikawa, T., Kruse, S., Zallen, E., Mitton, C., Bettinger, J.A. & Brussoni, M. 2016. A longitudinal study on quality of life after injury in children. *Health and Quality of Life Outcomes*. 2016.14(120) 1-11. Viitattu 27.2.2022  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s12955-016-0523-6.pdf>

Schilling, S., 1, Wood, J. N., Levine, M., A., Langdon, D. & Christian, C., W., 2011, Vitamin D status in abused and nonabused children younger than 2 years old with fractures. *Pediatrics*. 1.11.2011. 128(3):593.

Stenevi Lundgren, S., Rosengren, B. E., Dencker, M., Nilsson, J.-Å., Karlsson, C. & Karlsson, M.K. 2017. Low physical activity is related to clustering of risk factors for fracture - a 2-year prospective study in children. *Osteoporos Int*. 28(12): 3373–3378.

Stengård, J., 2011, Epidemiologisen tutkimuksen virhelähteet. *Työterveyslääkäri* 2011;29(4):53–54. Artikkelin tunnus: ttl00930 (000.930)

Tammelin, T. 2016. Lasten liikuntasuositus. Teoksessa Rajantie J., Heikinheimo, M. & Renko, M. (toim.) Lastentaudit. Päivitetty 19.4.2016. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 24.2.2022. Vaatii käyttöoikeuden.  
<https://www.oppiportti.fi/op/lta00600/do> Artikkelin tunnus: lta00600 (005.002)

TENK. 2012: Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2012. Helsinki 2013.

TENK. 2019: Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 3/2019. Helsinki.

Thompson, R.M., Dean, D.M., Goldberg, S., Kwasny, M.J., Langman, C.B. & Janicki, J.A. Vitamin D Insufficiency and Fracture Risk in Urban Children. *J Pediatr Orthop.* 37(6):368–373.

TIETOARKISTO. Tampereen Yliopisto. 2021. Viitattu 7.11.2021  
<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/aineistonhallinta/miksi-aineistonhallintaa-ja-jatkokayttoa/>

Tietosuojalaki 5.12.2018/1050 Viitattu 1.4.2021  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20181050>

Tietosuojavaltuutettu. Henkilötietojen käsittelyperuste. n.d. Verkkosivu. Viitattu 1.3.2021  
<https://tietosuoja.fi/henkilotietojen-kasittelyperusteen-valinta-ja-lainmukaisuuden-varmistaminen>

Tietosuojavaltuutettu. Henkilötietojen minimointi. n.d. Verkkosivu. Viitattu 1.3.2021  
<https://tietosuoja.fi/henkilotietojen-minimointi-tieteellisessa-tutkimuksessa>

Tunturi, S. 2021. P-Alkalinen fosfataasi (P-AFOS). Sairaudet ja hoito. Laboratoriotutkimusten tulkinta. Terveyskirjasto. Duodecim. Viitattu 21.2.2022  
<https://www.terveyskirjasto.fi/snk03072>

Uhari, M. & Nieminen, P. 2012. Epidemiologia ja biostatistiikka. Uud.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Uusitalo, A., Duodecim, 2/2020, DXA-luuntiheysmittauksen tulkinta. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. Näin tutkin. 2020. 136(9). 1029–1037. Viitattu 5.4.2021. <https://www.duodecimlehti.fi/duo15559>

Viljakainen, H.T., Pekkinen, M., Saarnio, E., Karp, H., Lamberg-Allardt, C. & Mäkitie, O. 2010. Dual effect of adipose tissue on bone health during growth. *Bone.* 48(2). 212–217.

Virtanen, J.K., Nurmi, T., Aro, A., Bertone-Johnson, E.R., Hyppönen, E., Kröger, H., Lamberg-Allardt, C., Manson JA.E., Mursu, J., Mäntyselkä, P., Suominen, S., Uusitupa, M., Voutilainen, A., Tuomainen, T-P. & Hantunen, S. 2021. Vitamin D supplementation and prevention of cardiovascular disease and cancer in the Finnish Vitamin D Trial-a randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition-Original research communications-R1.* The American Journal of Clinical Nutrition, nqab419, 2022;00:1–11.

Välimäki, M. & Mäkitie, M. 2010. Mineraaliaineenvaihdunta ja sen säätely. Teoksessa Välimäki, M., Sane, T. & Dunkel, L. (toim.) 2009. Endokrinologia. E-

kirja. Päivitetty 3.12.2020 Helsinki: Kustannus Oy Duodecim Viitattu 03.03.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://www.oppiportti.fi/op/end00703/do> Artikkelin tunnus: end00703 (007.003)

Winthrop, A, L. , Brasel, K. J., Stahovic, L., Paulson, J., Schneeberger, B. & Kuhn, E. M. 2005. Quality of Life and Functional Outcome after Pediatric Trauma, *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 58 (3), 468-474.

Yang, G., Lee W.Y.W., Hung A.L.H., Tang, M.F., Li X., Kong, A.P.S., Leung, T.F., Yung, P.S.H., To, K.K.W., Cheng, J.C.Y. & Lam, T.P. 2021. Association of serum 25(OH)Vit-D levels with risk of pediatric fractures: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporosis International*. 32(1)1287–1300.

Zittermann, A., Ernst, J.B, Gummert, J.F. & Börgermann, J. 2014. Vitamin D supplementation, body weight and human serum 25-hydroxyvitamin D response: a systematic review. *European Journal of Nutrition*. 53(2):367-374.

## LIITTEET

Liite 1. Taulukko opinnäytetyössä käytetyistä tutkimuksista

Tekijät, nimi, vuosi, julkaisukanava (Lehti) ja maa	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmät	Keskeiset tulokset
Allison, R.M., Birken, C.S., Lebovic, G., Howard, A.W., L'Abbe, M.R., Morency, M-E., Maguire, J.L., and The TARGet Kids! Collaboration. 2020. Consumption of Cow's Milk in Early Childhood and Fracture Risk: A Prospective Cohort Study. Am J Epidemiol. 12.11. 2019. 189(2), 146–155. Kanada	Arvioida onko 1–3-vuotiaiden lasten käyttämän maidon määrällä tai rasvaprosentilla yhteyttä murtumariskiin 3–10 vuoden iässä.	Havainnoiva, kohortti, seurantatutkimus v. 2008–2016. (N=2466) lasta. Aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin R-ohjelmalla.	Maidon kulutuksella tai rasvaprosentilla ei havaittu olevan yhteyttä murtumiin tutkimuskohortissa.
Contreras, J. J., Hiestand, B., O'Neill, J. C., Schwartz, R., Nadkarni, M., Vitamin D Deficiency in Children With Fractures. 2014. Pediatric Emergency Care. 11/2014. 30 (11), 777–781. Yhdysvallat	Arvioida esiintyykö D-vitamiinin puutosta matalaenergisillä murtumia terveillä lapsilla verrattuna terveisiin lapsiin, joilla ei esiinny murtumia.	Vertaileva, tapaus-verrokkitutkimus, murtumia saaneiden (N=100) ja ei-murtumia saaneiden (N=100) ryhmien välillä. Analysoitiin tilastollisilla menetelmillä.	Alhaisen seerumin D-vitamiinipitoisuuden ja murtumariskin välillä ei havaittu yhteyttä.
Detter, F., Rosengren, B.E., Dencker, D., Lorentzon, M., Nilsson, J.-Å., Karlsson, M.K. 2014. A 6-year exercise program improves skeletal traits without affecting fracture risk: a prospective controlled study in 2621 children. Journal of Bone	Tarkasteli liikunnallisen aktiivisuuden vaikutusta luustoon ja sen vahvistumiseen 6 -vuotta kestäneessä	Vertaileva, kokeellinen tutkimus. Interventoryhmä (N=917) kontrolliryhmä (N=1704) Aineisto	Interventoryhmän tytöillä luun mineraalipitoisuus ja -tiheys ja pinta-ala kasvoi enemmän. Verrattuna kontrolliryhmään, pojilla

<p>and Mineral Research. 6/2014. 29(6), 1325–1336 2014/ Ruotsi</p>	<p>seurannassa 6–9-vuotiailla lapsilla. N=2621.</p>	<p>analysoitiin tilastollisin menetelmin.</p>	<p>interventoryhmässä luun tiheys kasvoi enemmän verrattuna kontrolliryhmään, mutta ei muilta osin eronnut kontrolliryhmästä. Enemmän hyötyjä havaittiin tytöillä.</p>
<p>Escott BG, To TM, Beaton DE, Howard AW. 2019. Risk of recurrent fracture: A population-based study. Pediatrics. 8.1.2019. 144(2). DOI:10.1542/peds.2017-2552. Kanada</p>	<p>Selvittää lisäkö lapsuudessa koettu murtumien määrää myöhemmin lapsuudessa ja aikuisena.</p>	<p>Populaatio pohjainen rekisteri- ja seurantatutkimus (N= 43 000). Aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin.</p>	<p>Lapsuudessa koetun murtuman havaittiin lisäävän murtumien määrää myöhemmällä ikää. Useita murtumia saaneiden lasten luustonterveyteen ja riskitekijöihin tulisi kiinnittää huomiota lapsuusiässä.</p>
<p>Lüthje P, Nurmi-Lüthje I, Tavast N, Villikka A, Kataja M. 2021. Evaluation of minimal fracture liaison service resource: costs and survival in secondary fracture prevention—a prospective one-year study in South-Finland. Aging Clinical and Experimental Research. 3.3.2021. 33(11):3015–3027. Suomi</p>	<p>Tutkia matalaenergistien murtumien lukumäärää ja tutkia sekundaariprevention hyötyä aikuisväestöllä kustannuksia ja Kouvossa.</p>	<p>Havainnoiva 4-vuotinen seurantatutkimus. (N= 525). Aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin</p>	<p>Matalaenergisiä murtumia saaneiden kartoitus ja seuranta havaittiin tarpeelliseksi. Sekundaaripreventio oli edullisempaa kuin murtumien hoitokustannukset ja sen aloittamista pitäisi kiirehtiä.</p>
<p>Löfgren, B., Detter, F., Dencker, M., Stenevi-Lundgren, S., Nilsson, J.-Å., Karlsson, M.K. 2011. Influence of a 3-year exercise intervention program on fracture risk, bone mass, and bone size in prepubertal children. Journal of Bone and Mineral Research. 8.8.2011. 26(8):1740–1747. Ruotsi</p>	<p>Selvittää, onko aiemmissa tutkimuksissa raportoiduilla liikunnallisella aktiiviteetilla yhteyttä murtumien syntyyn.</p>	<p>Vertaileva, kokeellinen, 3-vuotinen interventiotutkimus. Interventio (N=1808) ja kontrolliryhmä (N=1567). Aineisto analysoitiin</p>	<p>Todettiin, että interventoryhmän kohtuullinen fyysinen aktiivisuus lisäsi luun massaa, mahdollisesti myös luun kokoa, kasvattamatta murtumariskiä.</p>

		tilastollisin menetelmin.	
Mäyränpää M. K., Mäkitie, O., Kallio, P.E. 2010. Decreasing incidence and changing pattern of childhood fractures: A population-based study. Journal of Bone and Mineral Research. 11/2010. 25(12):2752-2759. Suomi	Lisätä ja vahvistaa käsitystä murtumien ilmaantuvuudesta, epidemiologisesta taustasta.	Populaatiotutkimus, kokonaisotanta. (n=1373) murtumat rekisteröitiin 12kk ajan vuonna 2005. Aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin.	Murtumien ilmaantuvuus väheni verrattuna, v. 1983 tutkimustulokseen. Murtumat eivät vähentyneet 10–13-vuotiaiden ryhmässä. Murtumat pojilla yleisempiä kuin tytöillä. Murtumien yleisestä vähentymisestä huolimatta käsi- ja olkavarren murtumat lisääntyivät.
Mäyränpää, M., Viljakainen, H., Toiviainen-Salo, S., Kallio, P., E., Mäkitie, O., 2012. Impaired Bone Health and Asymptomatic Vertebral Compressions in Fracture-Prone Children: A Case-Control Study. Journal of Bone and Mineral Research. 6/2012. 27(6) 1413–1424. 2012 / Suomi	Tarkastella murtumien erityispiirteitä terveeksi määriteltyjen lasten keskuudessa, että olisi mahdollista tunnistaa potentiaaliset riskitekijät ja arvioida yleistä luuston terveyttä.	Vertaileva, tapaus-verrokkitutkimus 12KK aikana hoidetut murtuman saaneet lapset (N=1412). Aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin.	Potilailla havaittiin merkittävästi alhaisempi luunmineraalitiheys (BMD). Seerumin D-vitamiinipitoisuus oli suositusta alhaisempi ja tämän havaittiin olevan yhteydessä matalamman BMD ja selkärangan kasaan painumisen kanssa.
Pekkinen, M., Viljakainen, H., Saarnio, E., Lamberg-Allardt, C., Mäkitie, O. 2012. Vitamin D Is a Major Determinant of Bone Mineral Density at School Age. PlosOne, Online, 2.7.2012. DOI.org/10.1371/journal.pone.0040090. Suomi	Tarkastella kouluikäisten lasten seerumin D-vitamiinipitoisuutta, sen assosioitumista D-vitamiinin ottamiseen ja	Satunnaistettu, poikittaistutkimus, randomoidusti yhdestä ala- ja yhdestä yläkoulusta valituilta luokilta. Kaikki halukkaat	Havaittiin D-vitamiinin puutoksen assosioituvan alhaisempaan BMD ja merkityksen olevan suurempi kuin fyysisen aktiivisuuden vaikutus BMD.



	luuston terveyteen.	otettiin mukaan. N=195. Aineisto analysoitiin tilastollisesti.	
Raulio, S., Erlund, I., Männistö, S., Sarlio-Lähteenkorva, S., Sundvall, J., Tapanainen, H., Vartiainen, E., Virtanen, S.M. 2016. Successful nutrition policy: Improvement of Vitamin D intake and status in Finnish adults over the last decade. European Journal of Public Health.6.10.2016. 27(2):268-273. Suomi	Tarkastella onko D-vitamiinin saanti ja pitoisuus parantunut päivitettyjen ravitsemussuositusten ja ruoka-aineiden D-vitamiinoinnin myötä ja tutkia D-vitamiinilisän käytön vaikutusta kokonaissaantiin.	Poikkileikkaus-tutkimus. Verrattiin kansallisen, Findiet-tutkimuksen 2012 (N=1295) ja aiempien vuosien tutkimustuloksi a. Aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin.	Päivittäinen D-vitamiinin saanti nousi sekä naisilla että miehillä. Uudet saantisuositukset ja ravintoaineiden D-vitamiinointi todettiin tehokkaiksi parantamaan väestön D-vitamiinin saantia.
Rosendahl, J., Valkama, S., Elisa Holmlund-Suila, E., Enlund-Cerullo, M., Hauta-alus, H., Helve, O., Hytinantti, T., Levälähti, E., Kajantie, E., Viljakainen, H., Mäkitie, O., Sture Andersson, S. 2018. Effect of Higher vs Standard Dosage of Vitamin D3 Supplementation on Bone Strength and Infection in Healthy Infants A Randomized Clinical Trial. JAMA Pediatrics 29.5.2018. 172(7):646-654. Suomi	Tarkastella lisääkö päivittäinen 1200IU annos D-vitamiinilisä luun lujutusta ja vähentää infektioita enemmän kuin 400IU annos kahden ensimmäisen ikävuoden aikana.	Satunnaistettu, kliininen, kaksivuotinen seuranta tutkimus. N=975. Aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin.	Ryhmien välillä ei havaittu eroa luun mineraali pitoisuudessa tai tiheydessä eikä infektioissa perustuen vanhempien ilmoitukseen.
Schneeberg A., Ishikawa T., Kruse S., Zallen E., Mitton C., Bettinger J.A., Brussoni M. 2016. A longitudinal study on quality of life after injury in children. Health and Quality of	Kuvata lasten saamien vammojen ja toipumisen vaikutusta terveydestä	Havainnoiva seuratatutkimus, tutkimuskohortti oli näyte osastolla tai	Tulos osoitti, että vain hyvin vähän loukkaantumisia aiheutti pitkäaikaisia vaikutuksia.

<p>Life Outcomes. 2016.14(120) 1-11. Kanda</p>	<p>johtuvaan elämän laatuun 12 kk vamman jälkeen.</p>	<p>päivystyspoli- klinikalla hoidetuista, loukkaantu- neista lapsista. N=204. Aineisto analysoitu tilastollisin menetelmin.</p>	
<p>Schilling, S., 1, Wood, J. N., Levine, M., A., Langdon, D., Christian, C., W., 2011, Vitamin D status in abused and nonabused children younger than 2 years old with fractures. Pediatrics. 1.5.2011. 127(5):835-841. DOI: 10.1542/peds.2010-0533. Yhdysvallat</p>	<p>Tarkastella D-vitamiinipitoisuutta ja yhteyttä murtumiin lapsilla, joilla oli murtuma tai murtumia.</p>	<p>Havainnoiva seurantatutkimus, N=118/165 vuoden 2008–2009 aikana, murtuman vuoksi sairaalassa hoidetut alle 2-vuotiaat lapset. Aineisto analysoitu tilastollisin menetelmin.</p>	<p>D-vitamiinipitoisuuden osalta todettiin, että puutos oli yleistä murtumia saaneilla lapsilla, mutta ei välttämättä sen yleisempää kuin aiemmin tutkituilla terveillä lapsilla.</p>
<p>Stenevi Lundgren, S., Rosengren, B. E., Dencker, M., Nilsson, J.-Å., Karlsson, C., Karlsson, M.K. 2017. Low physical activity is related to clustering of risk factors for fracture - a 2-year prospective study in children. 15.9.2017 Osteoporos Int. 28(12): 3373–3378. Ruotsi</p>	<p>Fyysisen aktiivisuuden vaikutus luustolle pre-pubertetti-iässä. Alistaako fyysinen aktiivisuus murtumille.</p>	<p>Vertaileva, 2 vuotinen interventio ja seurantatutkimus 7–9-vuotiailla koululaisilla. N=246. Aineisto analysoitu tilastollisin menetelmin.</p>	<p>Alhaisen fyysisen aktiivisuuden havaittiin altistavan murtumille. Liikunnallisella aktiivisuudella oli suotuista vaikutus luustoon ja esipuberteetin aikainen liikunta vaikutti myönteisesti luuston tiheyteen.</p>
<p>Thompson, R.M., Dean, D.M., Goldberg, S., Kwasny, M.J., Langman, C.B., Janicki, J.A. 2017. Vitamin D Insufficiency and Fracture Risk in Urban Children. Journal of Pediatric</p>	<p>Arvioida D-vitamiinin roolia lasten murtumariskissä.</p>	<p>Vertaileva tapaus-verrokkitutkimus, murtumia saaneiden (N=60) lasten</p>	<p>Alhainen seerumin D-vitamiinipitoisuus assosioi kohonneeseen murtuma-alttiuteen.</p>

Orthopaedics. 9/2017. 37(6):368-373. Yhdysvallat		ja ei-murtumia saaneiden (N=60) ryhmien välillä.	
Viljakainen, H.T., Pekkinen, M., Saarnio, E., Karp, H., Lamberg-Allardt, C., Mäkitie, O. 2010. Dual effect of adipose tissue on bone health during growth. Bone. 9/2010. 48(2). 212–217. Suomi	Selvittää kehon rasvapitoisuuden yhteyttä luun terveyteen kasvun aikana lapsilla ja nuorilla.	Kohorttitutkimus, otos N=186 koostui 7–19-vuotiaista, jaettuna kolmeen ryhmään. Aineisto analysoitiin tilastollisilla menetelmillä.	Tutkimuksissa havaittiin kehon rasvapitoisuudella olevan yhteys luun kuntoon ja aineenvaihduntaa kuvaaviin biokemiallisiin merkkiaineisiin. Normaalin rasvapitoisuuden havaittiin olevan eduksi kasvavan lapsen ja nuoren luustolle.
Virtanen, J.K., Nurmi, T., Aro, A., Bertone-Johnson, E.R., Hyppönen, E., Kröger, H., Lamberg-Allardt, C., Manson JA.E., Mursu, J., Mäntyselkä, P., Suominen, S., Uusitupa, M., Voutilainen, A., Tuomainen, T-P., Hantunen, S. 2021. Vitamin D supplementation and prevention of cardiovascular disease and cancer in the Finnish Vitamin D Trial-a randomized controlled trial. Am J Clin Nutr. 2022 Jan 4:nqab419. Suomi	Tutkia D-vitamiinilisän vaikutuksia sydän- ja verisuonisairauksiin sekä syövän esiintyvyyteen	Satunnaistettu, lumelääke kontrolloitu, 5-vuotta kestänyt kohorttitutkimus. N= 2495, vanhempia henkilöitä väestörekisterin kautta rekrytoitu. Randomisti valittu pieni osakävi tarkemmissa tutkimuksissa. Aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin.	Lähtötilanteessa ei havaittu eroa ryhmien välillä eikä tuloksissa tapahtumissa ryhmien välillä. D-vitamiinilisän ei katsottu alentavan sydän- ja verisuonitautitapahtuman, eikä syövän esiintymistä. D-vitamiinilisän annokset (1600IU, 3200IU) havaittiin turvallisiksi.
Winthrop, A. L. , Brasel, K. J., Stahovic, L., Paulson, J., Schneeberger, B., Kuhn, E. M.	Tutkia elämänlaatua ja toiminnallista	Pitkittäistutkimus. Kohortti, tutkimukseen	Perheet kärsivät taloudellisesta, sosiaalisesta ja

<p>2005. Quality of Life and Functional Outcome after Pediatric Trauma, The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care. 3/2005 58 (3), 468-474. Yhdysvallat</p>	<p>kykyä kohtalaisesti tai vakavasti loukkaantuneilla lapsilla sairaalassa ja kotiuttamisen jälkeen.</p>	<p>suostuneet, 1–18-vuotiaat lapset. N=156. Aineisto kerättiin validoiduin menetelmin, kohderyhmä huomioiden 6kk aikana ja analysoitiin tilastollisin menetelmin.</p>	<p>henkilökohtaisesta kuormituksesta. Merkittävää kohentumista elämän laadussa ja toiminnallisuudessa mittausten välillä. Kuitenkin fyysisessä toiminnassa ikä vastaavaa kuntoa ei saavutettu seuranta-aikana yli 5-vuotiailla lapsilla.</p>
--	--	---	--

