



**UHASSELT**

KNOWLEDGE IN ACTION

## Faculteit Revalidatiewetenschappen

master in de revalidatiewetenschappen en de kinesietherapie

### **Masterthesis**

#### ***De impact van fysieke activiteitspatronen op de spierkwaliteit bij kinderen***

**Loes Bervoets**

**Zyna Volders**

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen en de kinesietherapie, afstudeerrichting revalidatiewetenschappen en kinesietherapie bij kinderen

#### **PROMOTOR :**

Prof. dr. Kenneth VERBOVEN



**UHASSELT**

KNOWLEDGE IN ACTION

[www.uhasselt.be](http://www.uhasselt.be)  
Universiteit Hasselt  
Campus Hasselt:  
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt  
Campus Diepenbeek:  
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

**2022**  
**2023**



# **Faculteit Revalidatiewetenschappen**

master in de revalidatiewetenschappen en de kinesietherapie

## ***Masterthesis***

### ***De impact van fysieke activiteitspatronen op de spierkwaliteit bij kinderen***

**Loes Bervoets**

**Zyna Volders**

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen en de kinesietherapie, afstudeerrichting revalidatiewetenschappen en kinesietherapie bij kinderen

#### **PROMOTOR :**

Prof. dr. Kenneth VERBOVEN



## Woord vooraf

De masterproef, de eindmeet van onze opleiding, de laatste loodjes tot het afstuderen als kinesitherapeut na vijf jaar hard werken. Het schrijven van een masterproef is geen proces van korte adem, maar een werk waarin veel tijd en aandacht kruipt. Het is een proces van vallen en opstaan waarbij de nodige kennis, ervaring en ondersteuning van anderen zeker een bijdrage levert. Hiervoor willen we graag enkele personen bedanken.

Allereerst willen we onze dank betuigen aan onze promotor, Prof. dr. Kenneth Verboven, voor de goede begeleiding, ondersteuning en nodige feedback gedurende het schrijven van deze masterproef.

Daarnaast zijn we ook erg dankbaar voor de hulp van de eerste masterstudenten Revalidatiewetenschappen en Kinesitherapie bij het uitvoeren van de analyses van de echobeelden. Hierdoor viel er een grote last van onze schouders.

Ten slotte zouden we graag elkaar bedanken voor deze aangename en vlotte samenwerking, maar ook voor de nodige steun wanneer we even door de bomen het bos niet meer zagen.

# Inhoudstabel

Situering .....	1
Abstract .....	3
Inleiding .....	4
Methode .....	6
Participanten .....	6
Procedure .....	6
Data-analyse .....	9
Resultaten .....	11
Studiepopulatie .....	11
Interbeoordelaars variatie echografiemetingen .....	11
Correlaties en enkelvoudige lineaire regressies .....	11
Lineair model .....	12
Discussie .....	13
Conclusie .....	17
Referentielijst .....	18
Bijlagen .....	

## Situering

Deze masterproef kadert binnen volgende twee onderzoeksdomeinen: ‘Spier-, orgaan- en celfysiologie’ en ‘Gezondheidspromotie en beweging’. Sedentair gedrag komt steeds meer voor bij kinderen. De technologische revolutie zorgt ervoor dat kinderen meer tijd zittend spenderen, met een minder actieve levensstijl tot gevolg. Elektronische apparaten zoals smartphones, iPads en televisies zijn niet meer weg te denken uit de dagelijkse routine van veel volwassenen, maar zeker ook niet uit die van kinderen (Alotaibi et al., 2020; Barnett et al., 2018). Er werden al een groot aantal studies uitgevoerd naar de gevolgen van sedentair gedrag op zowel mentale als fysieke gezondheid bij volwassenen (WHO, 2020). Er blijken echter weinig studies te bestaan die kijken naar de gevolgen van deze inactieve levensstijl bij kinderen. Het effect van sedentair gedrag op de kwaliteit van de spieren werd nog niet grondig bestudeerd, en zeker niet bij kinderen. Door extra informatie te vergaren over de effecten van sedentair gedrag, hopen we het belang van een actieve levensstijl extra te kunnen benadrukken en de potentiële negatieve gevolgen van sedentair gedrag op jonge leeftijd aan het licht te brengen. Op deze manier hopen we kinderen weer te kunnen activeren en ze het nut van beweging te laten inzien. Deze observationele, cross-sectionele studie gaat daarom het verband na tussen fysieke activiteitspatronen en spierkwaliteit, respectievelijk gemeten aan de hand van accelerometrie en lokale spierechogeniciteit.

Dit deelonderzoek kadert als masterproef van de faculteit Revalidatiewetenschappen en Kinesitherapie aan de Universiteit van Hasselt (UHasselt), binnen het onderzoeksproject ‘Healthy Active Performance with Happy Children’ (HAPHC - Project) (R-11507), een internationaal onderzoeksproject met betrokken partners in Noorwegen, Oostenrijk, Zweden en België. De opzet van deze studie is om het effect na te gaan van verhoogde fysieke activiteit binnen de schoolmuren op de gezondheid en cognitieve functie bij kinderen tussen de zeven en negen jaar oud. Daarnaast wordt er met deze studie ook gestreefd naar het begrijpen van de interacties tussen de eigenschappen van het kind, de intensiteit/volume van fysieke activiteit thuis/op school, voedingsgewoonten en veranderingen in de gezondheid. Het onderzoek in België wordt uitgevoerd in vier Limburgse scholen (Bree, Genk, Hoepertingen en Pelt) als een samenwerking tussen de klasleerkrachten, Universiteit Hasselt (UHasselt),

University Colleges Leuven-Limburg (UCLL) en MOEV. Het gaat hier om een longitudinale studie waarbij elk kind gedurende drie jaar individueel opgevolgd zal worden, zowel in interventie- als controlescholen. Deze interventie houdt in dat de kinderen 45 minuten matig tot intensieve fysieke activiteit per dag moeten uitvoeren, binnen de schooluren via aangereikte activiteitenboxen.

De onderzoeksvraag werd in juni 2022 bepaald door de masterstudenten in Revalidatiewetenschappen en Kinesitherapie, die studeren aan UHasselt (Loes Bervoets en Zyna Volders), in overleg met de promotor Prof. dr. Kenneth Verboven. Elk onderdeel werd uitgevoerd aan de hand van een samenwerking tussen Loes Bervoets en Zyna Volders met supervisie en feedback van de promotor. Ook de dataverzameling werd uitgevoerd door Loes Bervoets en Zyna Volders, ondersteund door studenten van het eerste masterjaar van de richting Revalidatiewetenschappen en Kinesitherapie aan de UHasselt, onder begeleiding van Prof. dr. Kenneth Verboven. Zij hebben inbreng gehad bij de dataverwerking van de echografiebeelden en het bepalen van de spierechogeniciteit van de gemaakte beelden. Verder hebben ze deze data ook verwerkt tot een overzichtelijke dataset. Het academische schrijven en verwerken van het onderzoek tot dit wetenschappelijke artikel werd volledig uitgevoerd door de masterstudenten Loes Bervoets en Zyna Volders, met feedback en begeleiding van Prof. dr. Kenneth Verboven.

# Abstract

**Achtergrond:** Sedentair gedrag, en de negatieve impact ervan op de gezondheid, is een opkomend topic waar veel onderzoek naar gebeurt. Er heeft echter nog weinig onderzoek plaatsgevonden naar de impact van deze sedentaire levensstijl op de gezondheid bij jonge kinderen.

**Doelstelling:** Met dit onderzoek wordt er nagegaan of er een effect is van sedentair gedrag op spierkwaliteit bij jonge kinderen.

**Methode:** Bij Limburgse kinderen werd sedentair gedrag geobjectiveerd middels accelerometrie en spierkwaliteit werd bepaald aan de hand van spierechogeniciteit van de m. rectus femoris. Basiskenmerken zoals leeftijd, lengte, gewicht, Body Mass Index (BMI) Z-score, BMI percentiel, buikomtrek en maximale handknijpkracht (HKK) werden gemeten.

**Resultaten:** Er werden 22 kinderen geïnccludeerd waarvan 9 meisjes en 13 jongens (gemiddelde leeftijd  $8\pm 1$  jaar; gemiddelde BMI Z-score  $-0.24\pm 1.23$ ). Een positief lineair verband werd waargenomen tussen spierechogeniciteit en respectievelijk BMI Z-score ( $r=0.670$ ;  $R^2=0.449$ ;  $p<0.001$ ), BMI percentiel ( $r=0.577$ ;  $R^2=0.333$ ;  $p=0.005$ ) en buikomtrek ( $r=0.585$ ;  $R^2=0.342$ ;  $p=0.004$ ) voor de totale steekproef. Bij jongens werden significante positieve lineaire verbanden gevonden tussen spierechogeniciteit en BMI Z-score ( $r=0.749$ ;  $R^2=0.561$ ;  $p=0.003$ ), BMI percentiel ( $r=0.649$ ;  $R^2=0.421$ ;  $p=0.016$ ) en buikomtrek ( $r=0.623$ ;  $R^2=0.388$ ;  $p=0.023$ ). Daarnaast werd er een negatief lineair verband gevonden tussen de maximale HKK en spierechogeniciteit ( $r=-0.593$ ;  $R^2=0.351$ ;  $p=0.033$ ). Bij meisjes werden er geen significante lineaire verbanden teruggevonden.

**Conclusie:** Er werd geen verband gevonden tussen spierkwaliteit en sedentair gedrag bij kinderen. Wel werden er verbanden aangetoond tussen spierkwaliteit en BMI, buikomtrek en maximale HKK, hetgeen voornamelijk bij jongens werd gevonden.

**Sleutelwoorden:** spierechogeniciteit, kinderen, sedentair gedrag



# Inleiding

Door de grote evolutie van technologie en digitalisering, en dus het gebruik van verschillende elektronische apparaten, brengen kinderen tegenwoordig veel tijd zittend door. Hierdoor wordt er een toename van de hoeveelheid sedentaire tijd bij kinderen waargenomen (Alotaibi et al., 2020; Barnett et al., 2018). Sedentarisme is de maat waarin een persoon zijn wakkere uren al zittend en/of liggend spendeert (Owen et al., 2009; WHO, 2020).

In 2010 werd sedentair gedrag nog niet geïncorporeerd in de aanbevelingen van de Wereld Gezondheidsorganisatie. Echter, sedentair gedrag krijgt de laatste jaren extra veel belangstelling in de onderzoekswereld doordat het een nefaste impact heeft op de gezondheid, zowel op fysiek als mentaal vlak. Zodoende beveelt de Wereld Gezondheidsorganisatie in haar huidige richtlijnen aan dat kinderen preventief hun sedentaire tijd, met name hun schermtijd, dienen te beperken en zo nodig te verminderen om op die manier de negatieve gezondheidseffecten te vermijden (WHO, 2020). De motivering voor deze aanbevelingen volgt uit recente inzichten over de impact van sedentair gedrag op allerlei gezondheidsindicatoren. Allereerst is er een negatieve dosis-respons relatie tussen sedentair gedrag en gezondheidsgelateerde levenskwaliteit, waarbij meer sedentair gedrag leidt tot een slechtere levenskwaliteit (Wu et al., 2017). Daarnaast spelen hogere niveaus van schermtijd, dus meer sedentair gedrag, een grote rol bij het hebben van een slechtere mentale gezondheid bij kinderen (Rodriguez-Ayllon et al., 2019). Ook zorgen hogere niveaus van schermtijd voor een vermindering van de slaapduur (Belmon et al., 2019). Er is zelfs een positief verband gevonden tussen sedentair gedrag en cardiovasculaire risicofactoren zoals bloeddruk en totale cholesterol (de Rezende et al., 2014; Martinez-Gomez et al., 2009). Kinderen met een sedentaire levensstijl ontwikkelen ook vaker overgewicht en obesitas en vertonen een lagere insulinegevoeligheid (de Rezende et al., 2014; Haapala et al., 2020). Functioneel heeft sedentarisme een negatieve impact op zowel de cardiorespiratoire fitheid als spierkracht bij kinderen (Hardy et al., 2018).

Spierkracht is een belangrijke voorspeller voor skeletale gezondheid gedurende de ontwikkeling. Tijdens de kinderjaren dient er een actieve levensstijl gehanteerd te worden om een impact te verkrijgen op de botgezondheid later in het leven (Torres-Costoso et al., 2020). Daarnaast heeft musculaire fitheid in de kinder- en tienerjaren impact op het hebben van overgewicht en cardiometabole parameters in het latere leven (Garcia-Hermoso et al., 2019).

In de bestaande evidentie wordt er een verband beschreven tussen de mate van lokale spierkracht en de spierkwaliteit van de betreffende spier. Hoe minder spierkracht, hoe lager de spierkwaliteit (Fukumoto et al., 2012). Spierkwaliteit wordt bepaald op basis van de samenstelling van het spierweefsel. Hoe meer intramusculair vet er aanwezig is in de spier, hoe lager de kwaliteit van de spier zal zijn.

Echografie is vaak een gebruikte methodiek om indirect een schatting te maken van lokale spierkwaliteit aan de hand van spierechogeniciteit (Caresio et al., 2015; Young et al., 2015). Echogeniciteit kan omschreven worden als het kenmerk van een weefsel om ultrasonische golven terug te kaatsen (Bigeleisen et al., 2010; Reimers et al., 1993; WHO, 2020). Een hogere spierechogeniciteit wijst op infiltratie van intramusculaire triglyceriden (Reimers et al., 1993). Het kwantificeren van de spierechogeniciteit wordt gezien als een efficiënte techniek bij het schatten van de hoeveelheid intramusculair vet, hetgeen matige tot sterke verbanden vertoont met MRI gebaseerde bepaling van vetinfiltratie in spierweefsel. Bovendien heeft de echografische bepaling zowel een hoge interbeoordelaarsbetrouwbaarheid als een hoge reproduceerbaarheid (Young et al., 2015). Vanuit literatuur bij volwassenen is geweten dat spierechogeniciteit verband houdt met leeftijd, fysieke activiteit, lichaamssamenstelling op basis van Body Mass Index (BMI) en geslacht (Caresio et al., 2015; Pereira et al., 2021; Yoshiko et al., 2019).

Er is echter nog niet geweten of de spierkwaliteit bij kinderen verschilt naarmate de fysieke activiteitspatronen die deze kinderen vertonen. Het doel van deze studie is om de relatie te bekijken tussen de spierkwaliteit van kinderen en de mate van sedentair gedrag in het dagelijks leven. Er wordt verwacht dat de spierechogeniciteit in de m. rectus femoris hoger zal zijn bij de kinderen die meer sedentair gedrag vertonen. Met andere woorden, de hypothese wordt gesteld dat de spieren van de meer sedentaire kinderen meer intramusculair vet bevatten en dus van lagere kwaliteit zijn.

# Methode

## Participanten

Voor deze cross-sectionele studie werden kinderen van verschillende Limburgse scholen gerekruteerd. De inclusiecriteria voor de deelnemers waren: jongens en meisjes (1) met een leeftijd tussen zeven en negen jaar, (2) uit het eerste, tweede of derde leerjaar, (3) waarvan zowel het kind als de ouders/wettelijke voogden hun geïnformeerde toestemming voor deelname aan de studie gaven. Alleen kinderen die niet akkoord gingen met deelname aan dit onderzoek, of kinderen met een negatief advies van hun ouders/wettelijke voogden, werden uitgesloten. Deze studie, met Belgisch nummer B1152021000024 en dossiernummer 2021/078, werd goedgekeurd op 17 december 2021 door het medisch ethisch comité van de Universiteit Hasselt.

## Procedure

Voor het uitvoeren van de metingen verplaatsten de onderzoekers zich met alle materialen naar de verschillende scholen. De metingen werden uitgevoerd in een groot lokaal of een sporthal die door de betrokken school voorzien werd. De metingen werden via een stationsysteem uitgevoerd, waarbij de deelnemers één voor één bij elk station een meting ondergingen. Bij elk station stonden één of twee onderzoekers voor die specifieke meting. Aan het einde van het meetmoment kregen de deelnemers accelerometers mee naar huis, samen met een informatiefolder voor de ouders.

### **Antropometrie**

Buikomtrek: Buikomtrek werd gemeten op de blote huid ter hoogte van het smalste punt boven de navel en onder de processus xiphoideus. De meting werd uitgevoerd op het einde van een normale uitademing, met het meetlint parallel met de grond en vlak op de huid. Deze meting werd meermaals per deelnemer uitgevoerd en het gemiddelde van twee metingen, die niet meer dan één centimeter (cm) verschilden, werd gebruikt om de buikomtrek te bepalen (ACSM, 2018).

Lengte: De lichaamslengte werd gemeten aan de hand van een meetlint/stadiometer tegen de muur in cm. De metingen gebeurden blootvoets met de hielen, romp en bovenste

ledematen rakend tegen de muur. Tijdens de metingen werd er gevraagd om normaal in te ademen en deze inademing aan te houden terwijl ze naar voren keken. Een horizontale plaat werd op het hoofd van de deelnemer geschoven om zo de lengte tot 0.1 cm nauwkeurig te bepalen (ACSM, 2018).

**Gewicht:** Het lichaamsgewicht werd gemeten aan de hand van een elektronische weegschaal (Tanita MC-980MA, Japan) in kilogram (kg). Belangrijk hierbij was dat de deelnemers blootvoets gewogen werden met minimale kledij (ACSM, 2018). Het gewicht werd gemeten tot op 0.1 kg nauwkeurig. Hiervan werd er standaard 0.4 kg afgetrokken opdat het gewicht van de kledij niet werd meegerekend.

**BMI:** Het BMI werd berekend aan de hand van de formule  $BMI = \frac{\text{Gewicht (in kg)}}{\text{Lengte (in meters (m))}^2}$  (ACSM, 2018). Geslacht en leeftijdsspecifieke BMI Z-score en BMI percentiel (%) werden per deelnemer berekend via de website van Children's Hospital of Philadelphia (CHOP, 2023).

### **Fysieke activiteit**

De deelnemers kregen elk een wGT3X+ BT accelerometer (ActiGraph LLC, USA), die ter hoogte van de rechterheup gedragen moest worden. Via het apparaat werd zowel de mate van fysieke activiteit, laag, matig, hoog en heel hoog, als de mate van sedentaire tijd gemeten (Evenson et al., 2016). Het onderscheid tussen deze fysieke activiteitspatronen werd bepaald aan de hand van cut-off points via de formule van Freedson,  $MET\ Rate = 1.439008 + (0.000795 \times CPM)$ , waarin MET staat voor metabolic equivalent of task en CPM staat voor counts per minute (Freedson et al., 1998). Deze cut-off points kunnen geraadpleegd worden in Tabel 1. De ruwe data vanuit de accelerometrie werd uiteindelijk uitgelezen via de Actilife Software (Figuur 1). De deelnemers moesten de accelerometer minstens vier valide dagen dragen, waarvan minimum één valide weekenddag. Validiteit werd bevestigd wanneer het apparaat minstens gemiddeld acht uur per dag, op elk van de vier dagen, gedragen werd. Deze gemiddeld totaal gedragen tijd per dag per deelnemer werd berekend door het absolute aantal minuten sedentaire tijd en laag, matig, hoog en heel hoog actieve tijd per dag van die proefpersoon op te tellen. Vervolgens werd de relatieve hoeveelheid sedentaire tijd en laag, matig, hoog en heel hoog actieve tijd per dag bepaald (per activiteitszone: aantal minuten ten opzichte van totaal gedragen tijd per dag; uitgedrukt als percentage).

## **Algemene spierkracht**

Algemene spierkracht werd aan de hand van maximale handknijpkracht (HKK) bepaald via de Jamar handgrip (Jamar Dynamometer, Lafayette, USA). Deze meting werd in stand afgenomen aan de rechterzijde. Er werd geïnstrueerd met maximale kracht in de dynamometer te knijpen, met de elleboog in 90 graden en de bovenarm parallel tegen de romp. Het inhouden van de adem werd niet toegestaan gedurende de meting. Deze meting werd driemaal uitgevoerd aan de rechterzijde en de hoogste waarde in kg werd genomen als de uiteindelijke maat voor algemene spierkracht (ACSM, 2018).

## **Echografie**

### Echografiebeeld:

De echografiemeting werd uitgevoerd met een draagbaar, B-mode systeem (Echo Wave II software, Telemed), met een lineaire probe. De metingen werden genomen door drie vooraf opgeleide onderzoekers (afhankelijk van beschikbaarheid), volgens een gestandaardiseerd protocol. De meting werd uitgevoerd in ruglig op een behandeltafel, met het hoofd ondersteund. Er werd een meting genomen ter hoogte van het rechterbovenbeen op 14% van de afstand van de bovenrand van de patella tot de spina iliaca anterior superior (Müller et al., 2016). De spierfascia van de m. rectus femoris werd aangeduid met een pijl en een referentielijn van één cm werd aan het beeld toegevoegd (Figuur 2).

Compressie van de probe op de dij van de deelnemer kan voor onbetrouwbare resultaten zorgen. Het is derhalve belangrijk dat er voldoende ultrasoundgel aangebracht werd. Dit zowel op de probe (ongeveer drie tot vijf millimeter (mm) dik, verdeeld over het gehele contactoppervlak) als op het aangeduide punt op het been zelf (Schmid-Zalaudek et al., 2021). De probe werd loodrecht op het been geplaatst op het aangeduide punt, met een transverse oriëntatie (Hanssen et al., 2021). De probe kon nog in lateraal-mediale richting verplaatst worden om de m. rectus femoris volledig op het beeld te krijgen (femur als referentiepunt), mede gebruikmakend van de zoomfunctie van de software.

Deze meting werd bij elke deelnemer tweemaal uitgevoerd. Belangrijk is dat men het echotoestel altijd op dezelfde manier instelt. Er werd gekozen voor de standaardinstelling van het apparaat: power 52%, gain 76%, dynamic range 62, frequency 10%, en deze werd standaard behouden voor de twee metingen bij alle deelnemers. De meting werd herhaald indien de deelnemer bewoog tijdens het maken van het beeld (Hanssen et al., 2021).

### Echografiemetingen:

De lokale spierdikte (m. rectus femoris), de spierechogeniciteit en de cross-sectionele oppervlakte werden bepaald aan de hand van ImageJ. Dit gebeurde door drie onafhankelijke, geblindeerde beoordelaars. Elke beoordelaar bepaalde deze drie parameters van de beide beelden, waarvan finaal het gemiddelde werd berekend (Rustani et al., 2019). Variatie tussen de beoordelaars werd nagekeken via coefficient of variation (CV = standaarddeviatie/gemiddelde).

*Spierdikte:* Voor de bepaling van de spierdikte, uitgedrukt in cm, werd de breedst waarneembare afstand tussen beide spierfascia's gemeten (Herda et al., 2018), respectievelijk de fascia tussen het subcutaan vetweefsel en het oppervlak van de m. rectus femoris en de fascia tussen het oppervlak van de m. rectus femoris en het oppervlak van de m. vastus intermedius. Om deze afstand correct te kunnen bepalen werden op één foto in de breedste zone een aantal loodrechte afstandsbepalingen gedaan (met een variatie van maximaal één graad) (Ishida et al., 2018). De grootste afstand werd genomen als de 'spierdikte'. (Figuur 3)

*Spierechoïntensiteit/echogeniciteit:* De spierechogeniciteit werd bepaald door het volledige zichtbare gedeelte van de m. rectus femoris manueel te omlijnen om vervolgens via de Analyze - Histogram functie (ImageJ) een echogeniciteitswaarde te bekomen (waarde tussen 0 en 255) (Figuur 4). Hoe hoger deze waarde, hoe meer intramusculair vetweefsel er in de spier aanwezig is (Neto Muller et al., 2021; Young et al., 2015).

*Spiercross-sectionele oppervlakte:* Voor het bepalen van de cross-sectionele oppervlakte van de m. rectus femoris (uitgedrukt in cm<sup>2</sup>) werd hetzelfde omlijnende gebied gebruikt als voor de bepaling van de spierechogeniciteit (Herda et al., 2018) (Figuur 4).

## Data-analyse

Alle statistische analyses werden uitgevoerd met behulp van het softwareprogramma JMP Pro 16 (SAS Institute). De gemiddelden, standaarddeviaties en bereiken werden berekend voor elke basiskarakteristiek (leeftijd, lengte, gewicht, BMI Z-score, BMI percentiel, buikomtrek en maximale HKK) via distribution-analyse in JMP. De voorwaarden normaliteit, homoscedasticiteit en lineariteit werden gecontroleerd. De normaliteit van de residuen werd beoordeeld aan de hand van de Shapiro-Wilk test. Homoscedasticiteit en lineariteit werden gecontroleerd aan de hand van residual by predicted plot. De onafhankelijke variabelen in dit onderzoek waren: leeftijd, gewicht, lengte, BMI Z-score, BMI percentiel, buikomtrek,

maximale HKK, de spiermorfologie parameters: spierdikte en spiercross-sectionele oppervlakte en de fysieke activiteitspatronen parameters: % sedentaire tijd/dag, % laag actieve tijd/dag, % matig actieve tijd/dag, % hoog actieve tijd/dag, % heel hoog actieve tijd/dag, % totale moderate to vigorous physical activity tijd/dag en gemiddeld aantal stappen/dag.

Om te onderzoeken welke onafhankelijke variabele een positief of negatief verband had met de afhankelijke variabele spierechogeniciteit werden correlaties verricht via de Multivariate-analyse van JMP. De Pearson correlatie ( $r$ ) geeft de effectgrootte weer. Enkelvoudige lineaire regressies werden uitgevoerd om het lineaire verband na te gaan tussen de afhankelijke variabele spierechogeniciteit en iedere onafhankelijke variabele met behulp van de Fit Y by X Bivariate-analyse van JMP (Figuur 5). De effectgrootte werd weergegeven met behulp van R-kwadraat ( $R^2$ ). Alle voorgaande analyses werden zowel uitgevoerd voor de totale steekproefgrootte als gestratificeerd voor geslacht. Een lineair model werd gebruikt om het lineaire verband tussen de significante variabelen uit de enkelvoudige lineaire regressies, geslacht, % sedentaire tijd/dag en hun interacties, met spierechogeniciteit te beoordelen voor de gehele steekproefgrootte (Figuur 6). De Fit Model-analyse van JMP werd toegepast. Resultaten werden uitgedrukt met behulp van de effectgrootte adjusted  $R^2$ . De statistische significantie werd gedefinieerd op  $p < 0.05$  voor elk van deze analyses.

# Resultaten

## Studiepopulatie

De volledige procedure werd door 25 deelnemers doorlopen. Van deze 25 werden 2 deelnemers geëxcludeerd vanwege onbekend geslacht (niet geïnventariseerd tijdens metingen) en 1 deelnemer vanwege onvoldoende draagtijd van de accelerometer (niet valide meting). Dit resulteerde in een studiepopulatie van 22 deelnemers (Figuur 7). De basiskarakteristieken worden weergegeven in Tabel 2. De studiepopulatie bestond uit 9 meisjes en 13 jongens (gemiddelde leeftijd  $8 \pm 1$  jaar; gemiddelde BMI Z-score  $-0.24 \pm 1.23$ ). Een gemiddeld BMI percentiel van  $45 \pm 34$  % werd vastgesteld. In de gehele populatie werden 2 deelnemers met ondergewicht en 6 deelnemers met overgewicht geïdentificeerd (Barlow, 2007). Verdere details kunnen geraadpleegd worden in Tabel 3.

## Interbeoordelaars variatie echografiemetingen

Variaties werden waargenomen tussen de analyses van de drie beoordelaars met betrekking tot de spierdikte, spierechogeniciteit en spiercross-sectionele oppervlakte. De gemiddelde CV voor spierdikte bedroeg 2.1 %, deze voor spierechogeniciteit 2.2 % en die voor spiercross-sectionele oppervlakte 4.5 %.

## Correlaties en enkelvoudige lineaire regressies

Er werd voldaan aan de voorwaarden normaliteit, homoscedasticiteit en lineariteit. Tabel 4 en Tabel 5 tonen de resultaten van de correlaties en enkelvoudige lineaire regressies. Significante positieve lineaire verbanden werden gezien tussen spierechogeniciteit en BMI Z-score ( $r = 0.670$ ;  $R^2 = 0.449$ ;  $p < 0.001$ ), spierechogeniciteit en BMI percentiel ( $r = 0.577$ ;  $R^2 = 0.333$ ;  $p = 0.005$ ) en spierechogeniciteit en buikomtrek ( $r = 0.585$ ;  $R^2 = 0.342$ ;  $p = 0.004$ ) voor de totale populatie. De lineaire verbanden tussen spierechogeniciteit en leeftijd, gewicht, lengte, maximale HKK, spiermorfologie en fysieke activiteitspatronen waren niet significant. De jongens vertoonden significante positieve lineaire verbanden tussen spierechogeniciteit en BMI Z-score ( $r = 0.749$ ;  $R^2 = 0.561$ ;  $p = 0.003$ ), spierechogeniciteit en BMI percentiel ( $r = 0.649$ ;  $R^2 = 0.421$ ;  $p = 0.016$ ) en spierechogeniciteit en buikomtrek ( $r = 0.623$ ;  $R^2 = 0.388$ ;  $p = 0.023$ ),



terwijl spierechogeniciteit en maximale HKK negatief geassocieerd waren ( $r = -0.593$ ;  $R^2 = 0.351$ ;  $p = 0.033$ ). De meisjes vertoonden geen significante lineaire verbanden.

## Lineair model

Er werd geen significant lineair verband aangetoond voor het volledige model (geslacht, BMI Z-score, buikomtrek, maximale HKK, % sedentaire tijd/dag en hun interacties) en spierechogeniciteit (adjusted  $R^2 = 0.259$ ;  $p = 0.326$ ). Het lineaire verband tussen spierechogeniciteit en het vereenvoudigd model (geslacht, BMI Z-score en maximale HKK) bleek statistisch significant (adjusted  $R^2 = 0.627$ ;  $p < 0.001$ ). Voor verdere details wordt verwezen naar Tabel 6.

## Discussie

De huidige studie toonde geen verband aan tussen sedentair gedrag en spierkwaliteit bij kinderen. Aan de hand van deze bevindingen werd de hypothese verworpen. Dit in tegenstelling tot de volwassen populatie, waarin volgens Belzunce et al. (2021) wel een verband aangetoond is tussen de mate van sedentair gedrag en de mate van vetinfiltratie in de spier. Deze studie onderzocht de hoeveelheid van intramusculair vet in de gluteus maximus voor verschillende niveaus van fysieke activiteit. Er werd gevonden dat een laag niveau aan fysieke activiteit een positieve voorspeller was voor vetinfiltratie in de gluteus maximus. Ook Yoshiko et al. (2019) bevestigde deze bevinding bij ouderen.

Er werden, in de huidige studie, positieve verbanden gevonden tussen de spierkwaliteit en zowel BMI Z-score, BMI percentiel als buikomtrek in de totale populatie. Dit ook wanneer enkel jongens onderzocht werden. Dit kan duiden op het feit dat een verhoogd BMI, vaak gerelateerd aan een verhoogd algehele vetstapeling (al dan niet ectopisch), wijst op meer vet in het spierweefsel van kinderen. Hier dient nog uitgebreider onderzoek naar te gebeuren. Verder is er in de groep met enkel jongens een negatief verband tussen de spierkwaliteit en de maximale handknijpkracht aangetoond. Hoe groter de maximale handknijpkracht, hoe beter de spierkwaliteit. Deze bevindingen vertonen consistenties met een aantal andere studies bij volwassenen, aangezien studies bij kinderen schaars of zelfs onbestaand zijn. De studie van Akima et al. (2022) bevestigt een aantal van deze bevindingen. Deze studie werd uitgevoerd op 1028 Japanse mannen van gemiddelde leeftijd, die verdeeld werden in vier groepen met een verschillende trainingsintensiteit. De resultaten tonen aan dat zowel de buikomtrek, het BMI en de handknijpkracht een verband tonen met het intramusculair vet in de rompspieren voor de vier groepen. Deze bevindingen liggen in lijn met deze gevonden voor de m. rectus femoris. Ook in de studie van Young et al. (2016) werd er een significant verband gevonden tussen het BMI en het percentage intramusculair vet bij een volwassen populatie. Dit verband werd niet alleen gevonden voor de m. rectus femoris, maar ook voor de m. biceps femoris, m. tibialis anterior als de mediale kop van de m. gastrocnemius. Pereira et al. (2021) bevestigde deze bevinding. Daarenboven vond deze studie een verband tussen leeftijd en spierkwaliteit. Dit werd in de huidige studie niet gevonden, maar dit kan verklaard worden doordat in dit onderzoek het leeftijdsbereik maar enkele jaren in de kindertijd betreft en Pereira et al. (2021) de volledige volwassen tijdspanne bekijkt.

In de studie van Abbott et al. (2013) werd er gekeken naar de gemiddelde activiteitspatronen bij kinderen. Zij stelden vast dat kinderen gemiddeld twee derde van hun tijd sedentair zijn. Opvallend was wel dat kinderen niet meer tijd sedentair spendeerden op schooldagen (64.4 %) in vergelijking met weekenddagen (64.9 %). Tijdens de schooldagen brachten ze wel meer ononderbroken uren zittend door. In de uren die de kinderen op school besteedden, waren de kinderen meer sedentair (66.8 %) dan tijdens de buitenschoolse tijd (62.4 %). Een andere externe factor die impact had op de activiteitspatronen van kinderen was COVID-19. Zo waren kinderen in de periode van de pandemie minder fysiek actief en was de schermtijd hoger (Pfefferbaum & Van Horn, 2022). Ook de hoeveelheid tijd die buiten gespendeerd wordt, staat in verband met zowel sedentair gedrag als fysieke activiteit. Hierbij waren kinderen die meer tijd buiten doorbrachten meer fysiek actief en vertoonden ze minder sedentair gedrag (Gray et al., 2015). Een studie uit Engeland toonde aan dat de gemiddelde hoeveelheid fysieke activiteit ook per seizoen verschilt, waarbij kinderen minder actief waren in de winter en weer meer aan fysieke activiteit deden in de zomerperiode (Rich et al., 2012). Verder is er een significante, maar zeer kleine, negatieve associatie gevonden tussen sedentair gedrag bij kinderen en de hoeveelheid fysieke activiteit. Dit toont aan dat het niet altijd vanzelfsprekend is dat kinderen die zeer sedentair zijn, ook onvoldoende uren bewegen (Pearson et al., 2014). Dit zijn bijgevolg bevindingen die meegenomen kunnen worden in de interpretatie van de huidige studie.

Enkele limitaties van deze studie moeten erkend worden. Ten eerste, omvat deze studie slechts een steekproefgrootte van 22 deelnemers. Omwille van deze kleine steekproefgrootte kan er gesteld worden dat de power van deze studie niet groot zal zijn. Dit wil zeggen dat de kans dat de uitgevoerde statistische test een effect detecteert, dat weldegelijk aanwezig is in de volledige populatie van kinderen, miniem is. Ten tweede, werd de plaatsbepaling van het te meten punt op de m. rectus femoris niet gemeten volgens de methode van Müller et al. (2016), in 90° knieflexie, maar in ruglig. Echter, werd dit wel bij elk kind op dezelfde manier uitgevoerd, waardoor er gestandaardiseerd te werk gegaan is. Ten derde werd enkel de spierkwaliteit van de m. rectus femoris gemeten. Hierdoor zijn de resultaten enkel en alleen gebaseerd op een meting op één lichaamslocatie en kan er dus geen conclusie worden getrokken over de spierkwaliteit van het lichaam in zijn geheel. Ten vierde werden alle metingen, zowel deze van de maximale handknijpkracht als het afnemen van de echobeelden, standaard uitgevoerd aan de rechterzijde van elk kind. Hierbij kan de opmerking worden

gemaakt dat deze zijde waarschijnlijk niet bij elk kind de dominante zijde is en dit dus een minder representatief beeld zal geven wanneer deze metingen met elkaar vergeleken worden. Het onderzoek van Caresio et al. (2015) gaf echter aan dat het meten van de dominante of niet-dominante zijde geen significant verschil zou kunnen opleveren in spierechogeniciteit. Ten vijfde, kan er gediscussieerd worden over de validiteit van de accelerometrie-metingen en het gedrag van de kinderen tijdens het dragen ervan. Sommigen kinderen kunnen bewust meer fysiek actief geweest zijn, omdat ze wisten wat er gemeten werd, of omgekeerd. Tenslotte kunnen er nog enkele opmerkingen worden gegeven over de uitvoering van de echometingen. Omdat het maken van de echobeelden uitgevoerd werd door drie verschillende onderzoekers kan er, ondanks de gestandaardiseerde uitvoering van de metingen, toch variatie tussen de metingen aanwezig zijn. Bijvoorbeeld door het wat anders positioneren van de probe op de huid. Daarnaast werden er ook kleine variaties opgemerkt tussen de drie beoordelaars die de beelden geanalyseerd hadden. Dit kan verklaard worden doordat de methode via ImageJ manueel gebeurt is, waardoor de beoordelaars kleine verschillen konden bekomen.

Deze studie bevat naast deze limitaties ook sterktes. Zo werden alle metingen begeleid door een ervaren hoofdonderzoeker en werden de andere onderzoekers vooraf blootgesteld aan enkele trainingsperiodes, opdat ze de metingen correct en zo gestandaardiseerd mogelijk konden uitvoeren vooraleer de werkelijke testmomenten plaatsvonden. Hierbij werd telkens een gestandaardiseerd protocol gevolgd. Doordat de onderzoekers telkens alle materialen mee vervoerden naar de betreffende locatie, werd er voor alle metingen telkens hetzelfde testmateriaal gebruikt. Hierdoor kunnen mogelijke variaties in metingen niet worden toegewijd aan het gebruikte materiaal. Daarnaast werd er gebruik gemaakt van een meetmethode, echografie, waarvan de betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid door eerder onderzoek aangetoond werd (Young et al., 2015). Bovendien werden de analyses van alle echobeelden uitgevoerd door drie onafhankelijke beoordelaars, waarbij er rekening werd gehouden met de variaties tussen deze drie.

In deze studie kan er gesproken worden over een risico op selectiebias. Enkel Limburgse kinderen werden geïncludeerd in deze studie, hetgeen niet representatief is voor de gehele populatie van kinderen wereldwijd, en zelfs niet voor deze in Vlaanderen of België. Verder werden er enkel kinderen geselecteerd binnen de leeftijdscategorie van zeven tot negen jaar. Er kan dus geen conclusie getrokken worden over kinderen met leeftijden buiten dit bereik.

Verder konden de kinderen zelf in de rij aansluiten van het echografiestation. Meestal kwamen bijna alle kinderen van de groep aan de beurt, maar bij sommige scholen was dit voor enkele kinderen niet het geval. Hierdoor was er bij een specifieke selectie van kinderen geen echografiedata ter beschikking.

Naast de selectiebias, kan er ook sprake zijn van een extreme data bias, waarbij uitschieters de resultaten van de data verstoren. Dit kan het geval zijn bij de kinderen met een extreem hoog of extreem laag BMI. In volgend onderzoek kan er een groepering gemaakt worden binnen BMI, waarbij deze bias uitgesloten kan worden. Ook zouden de extremen uit de dataset geëxcludeerd kunnen worden. Binnen dit onderzoek werd er gekozen om geen kinderen te excluderen, vanwege de kleine steekproefgrootte en de representatie van een realistische populatie.

De aanzienlijke impact van sedentair gedrag op verschillende aspecten van de gezondheid bij volwassenen is al uitgebreid bewezen, maar het is zeer belangrijk te begrijpen welke impact een sedentaire levensstijl heeft op de populatie van kinderen. Dit dient op verschillende facetten nagegaan te worden door studies van hoge kwaliteit. Door te begrijpen welke impact sedentair gedrag heeft op de skeletspiereigenschappen bij jonge kinderen, kan dit een supplementaire drijfveer en motivatie vormen om het belang van een actieve levensstijl in deze doelgroep te benadrukken. Dusdanig kan ervoor gezorgd worden dat er in deze jonge doelgroep een zo optimaal mogelijke levensstijl gerecommandeerd wordt, gebaseerd op wetenschappelijke evidentie.

Verder onderzoek naar de spierkwaliteit bij sedentaire kinderen is dus nodig. Een studie met een grote, wereldwijde steekproef met een bredere leeftijdsrange (vijf tot achttien jaar) lijkt daarom aangewezen om meer informatie te vergaren over dit topic. Daarnaast zou een longitudinale studie, waarbij de impact van een interventie met een langdurige, actievere levensstijl op de spierkwaliteit, nuttig kunnen zijn. Hierbij kan dan een pre-postvergelijking gemaakt worden, om de eventuele evolutie van spierkwaliteit, door fysieke activiteit, te bestuderen. Verder zouden toekomstige studies de echografiemetingen bij kinderen moeten uitvoeren in verschillende spieren. Dit om een meer representatief beeld te krijgen van de spierkwaliteit in het volledige lichaam ten opzichte van het sedentaire gedrag. Tenslotte zou het een meerwaarde kunnen zijn om meerdere onderzoekers blindelings alle echografiemetingen te laten uitvoeren.

## Conclusie

Concluderend, werd er geen verband gevonden tussen de spierkwaliteit en de mate van sedentair gedrag bij kinderen. Er werden wel verbanden aangetoond tussen spierkwaliteit en BMI, spierkwaliteit en buikomtrek, en spierkwaliteit en maximale HKK. Het geslacht blijkt hierin een belangrijke rol te spelen. Verder onderzoek is noodzakelijk, waarbij het aanbevolen wordt om de studie op te zetten bij een grotere steekproef en uit te voeren in verschillende spieren op een gestandaardiseerde manier.

## Referentielijst

- Abbott, R. A., Straker, L. M., & Mathiassen, S. E. (2013). Patterning of children's sedentary time at and away from school. *Obesity (Silver Spring)*, 21(1), E131-133.  
<https://doi.org/10.1002/oby.20127>
- ACSM. (2018). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual* (Fifth Edition ed.). Wolters Kluwer.
- Akima, H., Maeda, H., Suwa, M., Imoto, T., & Tanaka, N. (2022). Skeletal muscle and abdominal circumference explain intramuscular fat, independent of exercise frequency, in middle-aged Japanese men. *PLoS One*, 17(5), e0267557.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267557>
- Alotaibi, T., Almuhan, R., Alhassan, J., Alqadhib, E., Mortada, E., & Alwhaibi, R. (2020). The Relationship between Technology Use and Physical Activity among Typically-Developing Children. *Healthcare (Basel)*, 8(4).  
<https://doi.org/10.3390/healthcare8040488>
- Barlow, S. E. (2007). Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics*, 120 Suppl 4, S164-192. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-2329C>
- Barnett, T. A., Kelly, A. S., Young, D. R., Perry, C. K., Pratt, C. A., Edwards, N. M., Rao, G., Vos, M. B., American Heart Association Obesity Committee of the Council on, L., Cardiometabolic, H., Council on Cardiovascular Disease in the, Y., & Stroke, C. (2018). Sedentary Behaviors in Today's Youth: Approaches to the Prevention and Management of Childhood Obesity: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 138(11), e142-e159.  
<https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000591>
- Belmon, L. S., van Stralen, M. M., Busch, V., Harmsen, I. A., & Chinapaw, M. J. M. (2019). What are the determinants of children's sleep behavior? A systematic review of longitudinal studies. *Sleep Med Rev*, 43, 60-70.  
<https://doi.org/10.1016/j.smrv.2018.09.007>
- Belzunce, M. A., Henckel, J., Di Laura, A., & Hart, A. (2021). Intramuscular fat in gluteus maximus for different levels of physical activity. *Sci Rep*, 11(1), 21401.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-00790-w>
- Bigeleisen, P., Orebaugh, S., Moayeri, N., Groen, G., Breneman, S., & Chelly, J. (2010). *Ultrasound-Guided Regional Anesthesia and Pain Medicine* (First Edition ed.). Wolters Kluwer.
- Caresio, C., Molinari, F., Emanuel, G., & Minetto, M. A. (2015). Muscle echo intensity: reliability and conditioning factors. *Clin Physiol Funct Imaging*, 35(5), 393-403.  
<https://doi.org/10.1111/cpf.12175>
- CHOP. (2023). *BMI Z-score calculator*. Children's Hospital of Philadelphia - Research Institute. Retrieved 17 april 2023 from <https://zscore.research.chop.edu/calcbmi.php>
- de Rezende, L. F., Rodrigues Lopes, M., Rey-Lopez, J. P., Matsudo, V. K., & Luiz Odo, C. (2014). Sedentary behavior and health outcomes: an overview of systematic reviews. *PLoS One*, 9(8), e105620. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105620>
- Evenson, K. R., Wen, F., Hales, D., & Herring, A. H. (2016). National youth sedentary behavior and physical activity daily patterns using latent class analysis applied to accelerometry. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 13, 55. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0382-x>

- Freedson, P. S., Melanson, E., & Sirard, J. (1998). Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*, *30*(5), 777-781.  
<https://doi.org/10.1097/00005768-199805000-00021>
- Fukumoto, Y., Ikezoe, T., Yamada, Y., Tsukagoshi, R., Nakamura, M., Mori, N., Kimura, M., & Ichihashi, N. (2012). Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. *Eur J Appl Physiol*, *112*(4), 1519-1525. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2099-5>
- Garcia-Hermoso, A., Ramirez-Campillo, R., & Izquierdo, M. (2019). Is Muscular Fitness Associated with Future Health Benefits in Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *Sports Med*, *49*(7), 1079-1094.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-019-01098-6>
- Gray, C., Gibbons, R., Larouche, R., Sandseter, E. B., Bienenstock, A., Brussoni, M., Chabot, G., Herrington, S., Janssen, I., Pickett, W., Power, M., Stanger, N., Sampson, M., & Tremblay, M. S. (2015). What Is the Relationship between Outdoor Time and Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Physical Fitness in Children? A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*, *12*(6), 6455-6474.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph120606455>
- Haapala, E. A., Wiklund, P., Lintu, N., Tompuri, T., Vaisto, J., Finni, T., Tarkka, I. M., Kempainen, T., Barker, A. R., Ekelund, U., Brage, S., & Lakka, T. A. (2020). Cardiorespiratory Fitness, Physical Activity, and Insulin Resistance in Children. *Med Sci Sports Exerc*, *52*(5), 1144-1152. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002216>
- Hanssen, B., De Beukelaer, N., Schless, S. H., Cenni, F., Bar-On, L., Peeters, N., Molenaers, G., Van Campenhout, A., Van den Broeck, C., & Desloovere, K. (2021). Reliability of Processing 3-D Freehand Ultrasound Data to Define Muscle Volume and Echo-intensity in Pediatric Lower Limb Muscles with Typical Development or with Spasticity. *Ultrasound Med Biol*, *47*(9), 2702-2712.  
<https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2021.04.028>
- Hardy, L. L., Ding, D., Peralta, L. R., Mihrshahi, S., & Merom, D. (2018). Association Between Sitting, Screen Time, Fitness Domains, and Fundamental Motor Skills in Children Aged 5-16 Years: Cross-Sectional Population Study. *J Phys Act Health*, *15*(12), 933-940.  
<https://doi.org/10.1123/jpah.2017-0620>
- Herda, T. J., Ryan, E. D., Kohlmeier, M., Trevino, M. A., Gerstner, G. R., & Roelofs, E. J. (2018). Examination of muscle morphology and neuromuscular function in normal weight and overfat children aged 7-10 years. *Scand J Med Sci Sports*, *28*(11), 2310-2321.  
<https://doi.org/10.1111/sms.13256>
- Ishida, H., Suehiro, T., Suzuki, K., & Watanabe, S. (2018). Muscle thickness and echo intensity measurements of the rectus femoris muscle of healthy subjects: Intra and interrater reliability of transducer tilt during ultrasound. *J Bodyw Mov Ther*, *22*(3), 657-660.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.12.005>
- Martinez-Gomez, D., Tucker, J., Heelan, K. A., Welk, G. J., & Eisenmann, J. C. (2009). Associations between sedentary behavior and blood pressure in young children. *Arch Pediatr Adolesc Med*, *163*(8), 724-730.  
<https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2009.90>
- Müller, W., Lohman, T. G., Stewart, A. D., Maughan, R. J., Meyer, N. L., Sardinha, L. B., Kiri-hennedige, N., Reguant-Closa, A., Risoul-Salas, V., Sundgot-Borgen, J., Ahammer, H., Anderhuber, F., Furhapter-Rieger, A., Kainz, P., Materna, W., Pilsl, U., Pirstinger, W., & Ackland, T. R. (2016). Subcutaneous fat patterning in athletes: selection of

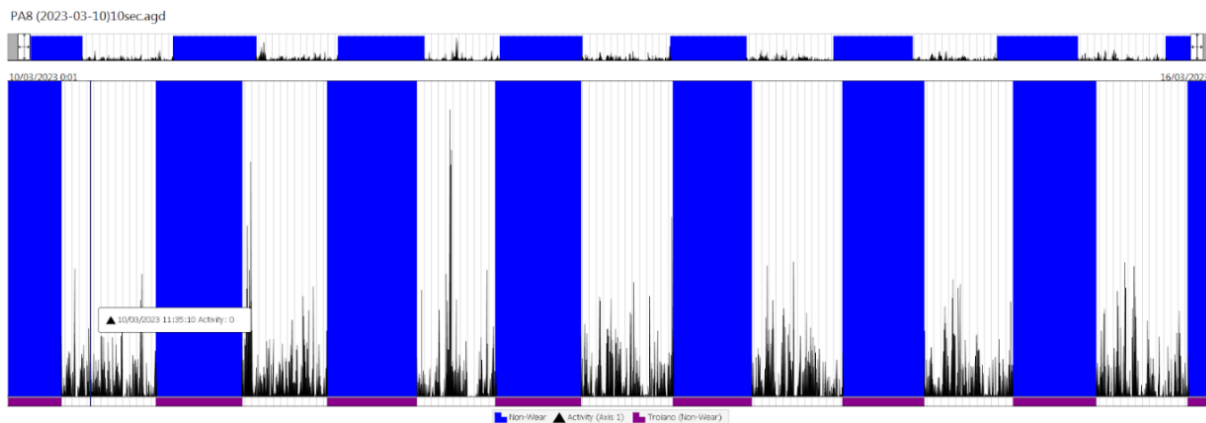


- appropriate sites and standardisation of a novel ultrasound measurement technique: ad hoc working group on body composition, health and performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *Br J Sports Med*, 50(1), 45-54.  
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095641>
- Neto Muller, J., Lanferdini, F. J., Passos Karam, J. Y., & de Brito Fontana, H. (2021). Examination of the confounding effect of subcutaneous fat on muscle echo intensity utilizing exogenous fat. *Appl Physiol Nutr Metab*, 46(5), 473-478.  
<https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0413>
- Owen, N., Bauman, A., & Brown, W. (2009). Too much sitting: a novel and important predictor of chronic disease risk? *Br J Sports Med*, 43(2), 81-83.  
<https://doi.org/10.1136/bjism.2008.055269>
- Pearson, N., Braithwaite, R. E., Biddle, S. J., van Sluijs, E. M., & Atkin, A. J. (2014). Associations between sedentary behaviour and physical activity in children and adolescents: a meta-analysis. *Obes Rev*, 15(8), 666-675.  
<https://doi.org/10.1111/obr.12188>
- Pereira, A. Z., Uezima, C. B., Zanella, M. T., Prado, R. R. D., Gonzalez, M. C., Zheng, J., & Heymsfield, S. B. (2021). Muscle Echogenicity and Changes Related to Age and Body Mass Index. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 45(7), 1591-1596.  
<https://doi.org/10.1002/jpen.2030>
- Pfefferbaum, B., & Van Horn, R. L. (2022). Physical Activity and Sedentary Behavior in Children During the COVID-19 Pandemic: Implications for Mental Health. *Curr Psychiatry Rep*, 24(10), 493-501. <https://doi.org/10.1007/s11920-022-01366-9>
- Reimers, K., Reimers, C. D., Wagner, S., Paetzke, I., & Pongratz, D. E. (1993). Skeletal muscle sonography: a correlative study of echogenicity and morphology. *J Ultrasound Med*, 12(2), 73-77. <https://doi.org/10.7863/jum.1993.12.2.73>
- Rich, C., Griffiths, L. J., & Dezaux, C. (2012). Seasonal variation in accelerometer-determined sedentary behaviour and physical activity in children: a review. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 9, 49. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-49>
- Rodriguez-Ayllon, M., Cadenas-Sanchez, C., Estevez-Lopez, F., Munoz, N. E., Mora-Gonzalez, J., Migueles, J. H., Molina-Garcia, P., Henriksson, H., Mena-Molina, A., Martinez-Vizcaino, V., Catena, A., Lof, M., Erickson, K. I., Lubans, D. R., Ortega, F. B., & Esteban-Cornejo, I. (2019). Role of Physical Activity and Sedentary Behavior in the Mental Health of Preschoolers, Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, 49(9), 1383-1410. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01099-5>
- Rustani, K., Kundisova, L., Capecchi, P. L., Nante, N., & Bicchi, M. (2019). Ultrasound measurement of rectus femoris muscle thickness as a quick screening test for sarcopenia assessment. *Arch Gerontol Geriatr*, 83, 151-154.  
<https://doi.org/10.1016/j.archger.2019.03.021>
- Schmid-Zalaudek, K., Brix, B., Sengeis, M., Jantscher, A., Furhapter-Rieger, A., Muller, W., Matjuda, E. N., Mungamba, M. M., Nkeh-Chungag, B., Fredriksen, P. M., & Goswami, N. (2021). Subcutaneous Adipose Tissue Measured by B-Mode Ultrasound to Assess and Monitor Obesity and Cardio-Metabolic Risk in Children and Adolescents. *Biology (Basel)*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/biology10050449>
- Torres-Costoso, A., Lopez-Munoz, P., Martinez-Vizcaino, V., Alvarez-Bueno, C., & Caverro-Redondo, I. (2020). Association Between Muscular Strength and Bone Health from Children to Young Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*, 50(6), 1163-1190. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01267-y>

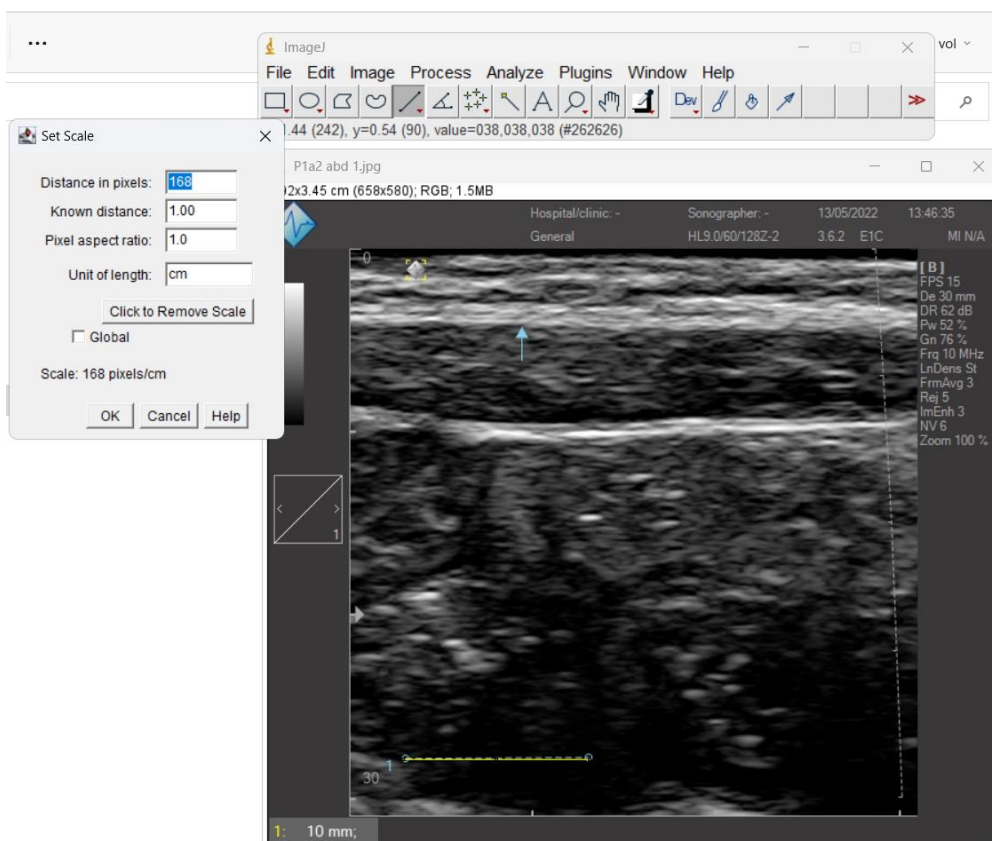
- WHO. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *World Health Organization* 1-104.  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336656/9789240015128-eng.pdf?fbclid=IwAR3DRmoq3TYw3QfTVYjbbJkKGQVyNvZgLtJsq4\\_XoA4yeUrLesyGV\\_mYYw](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336656/9789240015128-eng.pdf?fbclid=IwAR3DRmoq3TYw3QfTVYjbbJkKGQVyNvZgLtJsq4_XoA4yeUrLesyGV_mYYw)
- Wu, X. Y., Han, L. H., Zhang, J. H., Luo, S., Hu, J. W., & Sun, K. (2017). The influence of physical activity, sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. *PLoS One*, *12*(11), e0187668. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187668>
- Yoshiko, A., Natsume, Y., Makino, T., Hayashi, T., Umegaki, H., Yoshida, Y., Cheng, X. W., Kuzuya, M., Ishida, K., Koike, T., Oshida, Y., & Akima, H. (2019). Higher and Lower Muscle Echo Intensity in Elderly Individuals Is Distinguished by Muscle Size, Physical Performance and Daily Physical Activity. *Ultrasound Med Biol*, *45*(9), 2372-2380. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2019.05.029>
- Young, H. J., Jenkins, N. T., Zhao, Q., & McCully, K. K. (2015). Measurement of intramuscular fat by muscle echo intensity. *Muscle Nerve*, *52*(6), 963-971. <https://doi.org/10.1002/mus.24656>
- Young, H. J., Southern, W. M., & McCully, K. K. (2016). Comparisons of ultrasound-estimated intramuscular fat with fitness and health indicators. *Muscle Nerve*, *54*(4), 743-749. <https://doi.org/10.1002/mus.25105>

# Bijlagen

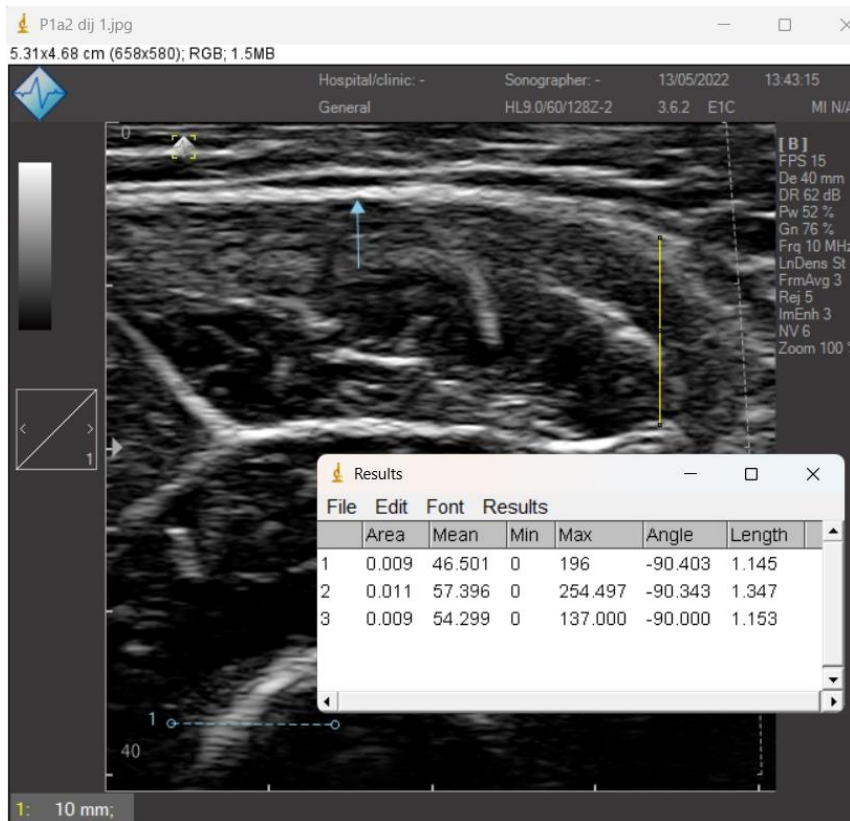
## Bijlagen



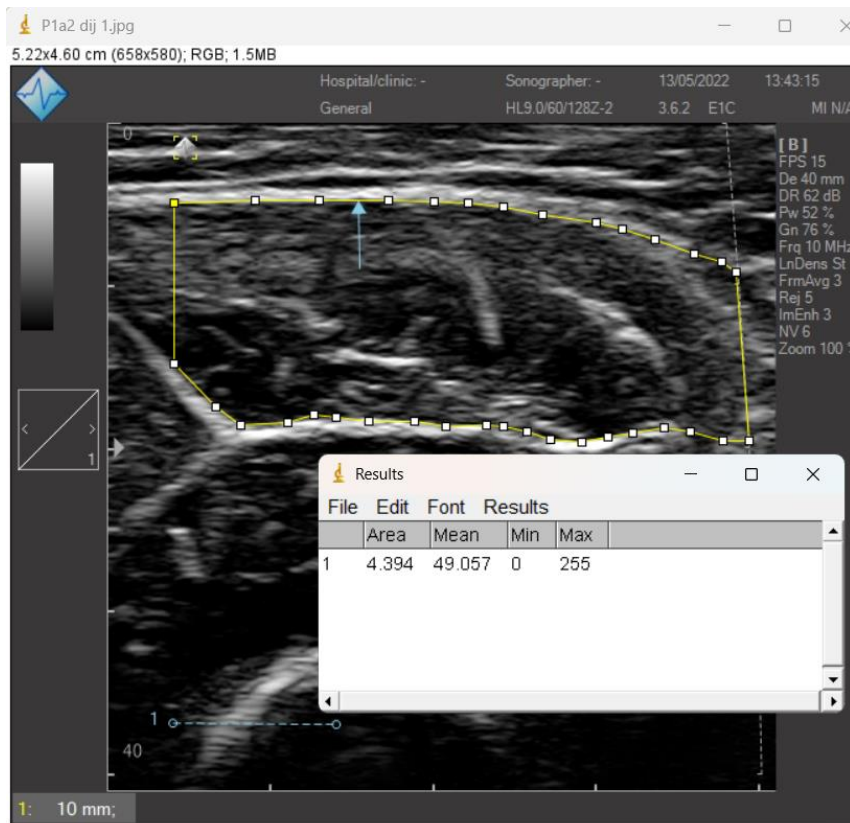
**Figuur 1:** Uitlezing Ruwe Data Accelerometrie via Actilife Software



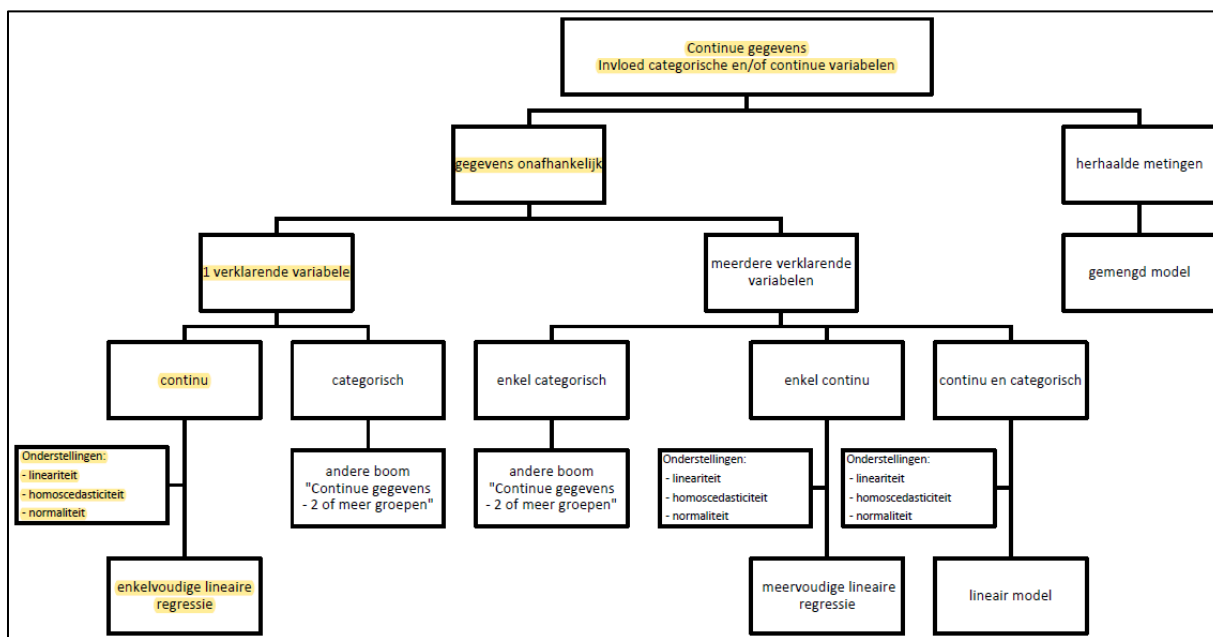
**Figuur 2:** Bepaling Schaal Referentielijn via ImageJ



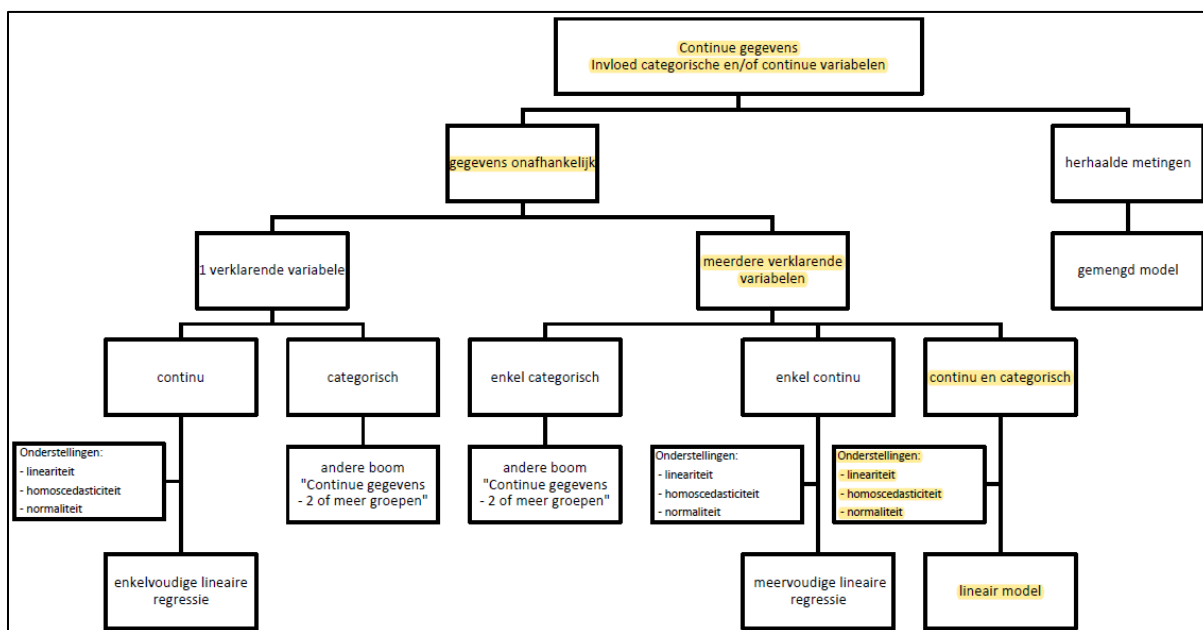
**Figuur 3:** *Bepaling Spierdikte via ImageJ*



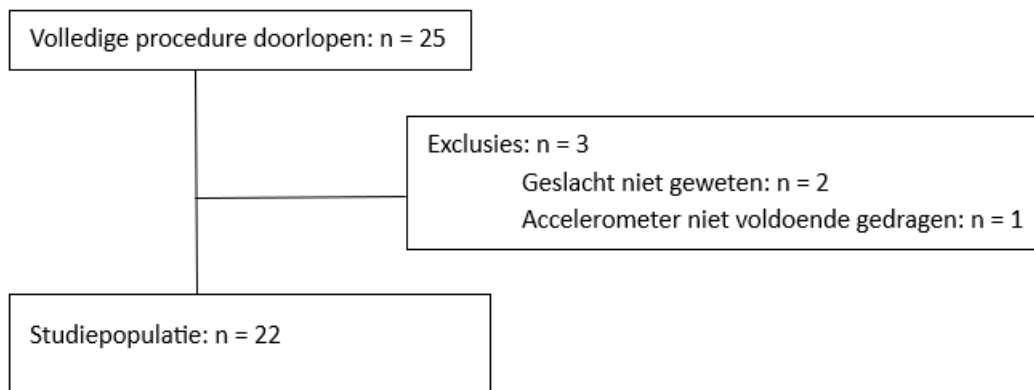
**Figuur 4:** *Bepaling Spierechogeniciteit en Spiercross-sectionele Oppervlakte via ImageJ*



Figuur 5: Beslisboom Enkelvoudige Lineaire Regressie



Figuur 6: Beslisboom Lineair Model



**Figuur 7:** Studiepopulatie

**Tabel 1**

*Cut-off Points Fysieke Activiteitspatronen*

Fysiek activiteitspatroon	CPM
Sedentair	0 - 99
Licht fysiek actief	100 - 1951
Matig fysiek actief	1952 - 5724
Hoog fysiek actief	5725 - 9498
Heel hoog fysiek actief	9499 - ∞

*Noot.* CPM = Counts Per Minute.

**Tabel 2***Karakteristieken Deelnemers*

Karakteristiek	Meisjes (n = 9)		Jongens (n = 13)		Totaal (n = 22)	
	Gemiddelde $\pm$ SD	Bereik [Min.; Max.]	Gemiddelde $\pm$ SD	Bereik [Min.; Max.]	Gemiddelde $\pm$ SD	Bereik [Min.; Max.]
Leeftijd (jaar)	8 $\pm$ 1	[7 ; 9]	8 $\pm$ 1	[7 ; 9]	8 $\pm$ 1	[7 ; 9]
Gewicht (kg)	27.5 $\pm$ 6.5	[20.6 ; 42.5]	24.9 $\pm$ 3.1	[19.5 ; 29.6]	25.9 $\pm$ 4.8	[19.5 ; 42.5]
Lengte (cm)	129 $\pm$ 8	[122 ; 149]	127 $\pm$ 6	[118 ; 135]	128 $\pm$ 7	[118 ; 149]
BMI Z-score	-0.06 $\pm$ 1.21	[-1.42 ; 1.56]	-0.36 $\pm$ 1.27	[-3,02 ; 1.33]	-0.24 $\pm$ 1.23	[-3.02 ; 1.56]
BMI percentiel (%)	48 $\pm$ 38	[8 ; 94]	43 $\pm$ 32	[0 ; 91]	45 $\pm$ 34	[0 ; 94]
Buikomtrek (cm)	56.5 $\pm$ 5.9	[50.0 ; 65.2]	54.7 $\pm$ 3.6	[48.2 ; 61.0]	55.4 $\pm$ 4.7	[48.2 ; 65.2]
Maximale HKK (kg)	15 $\pm$ 4	[11 ; 17]	13 $\pm$ 2	[10 ; 21]	14 $\pm$ 3	[10 ; 21]

*Noot.* SD = Standaarddeviatie; Min. = Minimum; Max. = Maximum; BMI = Body Mass Index; HKK = Handknijpkracht.

**Tabel 3***Indeling Steekproef volgens BMI Categorieën*

BMI Categorie	Meisjes (n = 9)	Jongens (n = 13)	Totaal (n = 22)
Ondergewicht (< 5 <sup>e</sup> percentiel)	0	2	2
Gezond gewicht (5 <sup>e</sup> – 84 <sup>e</sup> percentiel)	6	8	14
Overgewicht (85 <sup>e</sup> – 94 <sup>e</sup> percentiel)	3	3	6
Obesitas (≥ 95 <sup>e</sup> percentiel)	0	0	0

*Noot.* BMI = Body Mass Index.

**Tabel 4***Overzicht Correlaties tussen de Afhankelijke Variabele Spierechogeniciteit en de Onafhankelijke Variabelen*

Onafhankelijke Variabele	Spierechogeniciteit		
	Meisjes (n = 9)	Jongens (n = 13)	Totaal (n = 22)
Leeftijd (jaar)	-0.583	-0.445	-0.422
Gewicht (kg)	0.265	0.294	0.304
Lengte (cm)	0.061	-0.434	-0.139
BMI Z-score	0.510	<b>0.749*</b>	<b>0.670*</b>
BMI percentiel (%)	0.492	<b>0.649*</b>	<b>0.577*</b>
Buikomtrek (cm)	0.572	<b>0.623*</b>	<b>0.585*</b>
Maximale HKK (kg)	-0.452	<b>-0.593*</b>	-0.404
<i>Spiermorfologie</i>			
Spierdikte (cm)	0.353	-0.146	0.064
Spiercross-sectionele oppervlakte (cm <sup>2</sup> )	0.560	0.122	0.269

(Vervolgd)



**Tabel 4** (Vervolg)*Overzicht Correlaties tussen de Afhankelijke Variabele Spierechogeniciteit en de Onafhankelijke Variabelen*

Onafhankelijke Variabele	Spierechogeniciteit		
	Meisjes (n = 9)	Jongens (n = 13)	Totaal (n = 22)
<i>Fysieke activiteit</i>			
Sedentaire tijd/dag (%)	-0.296	0.132	-0.046
Laag actieve tijd/dag (%)	0.458	-0.313	-0.030
Matig actieve tijd/dag (%)	0.269	0.144	0.148
Hoog actieve tijd/dag (%)	-0.077	-0.294	-0.280
Heel hoog actieve tijd/dag (%)	0.121	-0.083	0.010
Totale MVPA tijd/dag (%)	0.230	0.040	0.072
Gemiddeld aantal stappen/dag	-0.133	-0.019	-0.183

*Noot.* BMI = Body Mass Index; HKK = Handknijpkracht; MVPA = Moderate to Vigorous Physical Activity.

\*p < 0.05

**Tabel 5***Overzicht Enkelvoudige Lineaire Regressie met als Afhankelijke Variabele Spierechogeniciteit*

Onafhankelijke Variabele	Meisjes (n = 9)			Jongens (n = 13)			Totaal (n = 22)		
	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F Ratio	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F Ratio	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F Ratio
Leeftijd (jaar)	0.340	0.245	3.602	0.198	0.125	2.710	0.178	0.137	4.336
Gewicht (kg)	0.070	-0.063	0.527	0.086	0.003	1.039	0.093	0.047	2.041
Lengte (cm)	0.004	-0.139	0.026	0.188	0.115	2.552	0.002	-0.030	0.392
BMI Z-score	0.260	0.155	2.465	<b>0.561*</b>	0.521	14.076	<b>0.449*</b>	0.421	16.269
BMI percentiel (%)	0.242	0.134	2.241	<b>0.421*</b>	0.368	7.998	<b>0.333*</b>	0.300	10.002
Buikomtrek (cm)	0.328	0.232	3.411	<b>0.388*</b>	0.333	6.982	<b>0.342*</b>	0.310	10.395
Maximale HKK (kg)	0.205	0.091	1.801	<b>0.351*</b>	0.292	5.951	0.163	0.121	3.903
<i>Spiermorfologie</i>									
Spierdikte (cm)	0.125	<-0.001	0.998	0.021	-0.068	0.239	0.004	-0.046	0.083
Spiercross-sectionele oppervlakte (cm <sup>2</sup> )	0.314	0.216	3.204	0.015	-0.075	0.166	0.072	0.026	1.554

(Vervolgd)

**Tabel 5** (Vervolg)

Overzicht Enkelvoudige Lineaire Regressie met als Afhankelijke Variabele Spierechogeniciteit

Onafhankelijke variabele	Meisjes (n = 9)			Jongens (n = 13)			Totaal (n = 22)		
	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F Ratio	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F Ratio	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F Ratio
<i>Fysieke activiteit</i>									
Sedentaire tijd/dag (%)	0.087	-0.043	0.671	0.017	-0.072	0.194	0.002	-0.048	0.042
Laag actieve tijd/dag (%)	0.210	0.097	1.857	0.097	0.016	1.194	<0.001	-0.049	0.018
Matig actieve tijd/dag (%)	0.072	-0.060	0.547	0.021	-0,068	0.232	0.022	-0.027	0.452
Hoog actieve tijd/dag (%)	0.086	0.003	1.037	0.086	0.003	1.036	0.078	0.032	1.696
Heel hoog actieve tijd/dag (%)	0.015	-0.126	0.104	0.007	-0.083	0.076	<0.001	-0.050	0.002
Totale MVPA tijd/dag (%)	0.053	-0.083	0.390	0.002	-0.089	0.018	0.005	-0.044	0.105
Gemiddeld aantal stappen/dag	0.018	-0.123	0.126	0.001	-0.090	0.004	0.033	-0.015	0.692

Noot. BMI = Body Mass Index; HKK = Handknijpkracht; MVPA = Moderate to Vigorous Physical Activity.

\*p < 0.05

**Tabel 6***Overzicht Lineair Model met als Afhankelijke Variabele Spierechogeniciteit*

Model	Totaal (n = 22)		
	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F Ratio
Volledig model	0.788	0.259	1.489
Vereenvoudigd model	0.680	<b>0.627*</b>	12.766

*Noot.* Het volledige model betreft de onafhankelijke parameters geslacht, BMI Z-score, buikontrek, maximale HKK, % sedentaire tijd/dag en hun interacties. Het vereenvoudigd model betreft de onafhankelijke parameters geslacht, BMI Z-score en maximale HKK. BMI = Body Mass Index; HKK = handknijpkracht.

\*p < 0.05