INTERUNIVERSITAIRE MANAMA-OPLEIDING
JEUGDGEZONDHEIDSZORG

Vlaamse referentiecurven voor antropometrische parameters van de abdominale vetmassa bij kinderen

Dr. Sarah Begyn

Promotor: Prof. Jean De Schepper
Co-promotor: Prof. Mathieu Roelants

Verhandeling voorgedragen tot het behalen van de graad van ManaMa in de jeugdgezondheidszorg

Juni 2019

1. Inhoudstafel

1. Inhoudstafel 1
2. Voorwoord 3
3. Inleiding 4
3.1 Kadering 4
3.2 Literatuuronderzoek 6
3.2.1 Zoekstrategie 6
3.2.2 Bevindingen literatuuronderzoek 10
3.3 Onderzoeksvragen 18
4. Materiaal en Methodes 19
4.1 Studieopzet 19
4.2 Ethische commissie en dataprotectie 19
4.3 Populatie 19
4.4 Meetmethode 22
4.5 Analyseplan 23
5. Resultaten 25
5.1 Beschrijving populatie patiënten met overgewicht/obesitas 25
5.2 Referentiewaarden 26
5.2.1 Tailleomtrek 26
5.2.2 WHtR 28
5.2.3 Conicity Index 30
5.2.4 BMAI 32
5.2.5 Situering van de antropometrische parameters van de patiëntenpopulatie t.o.v. referentiecurven 34
5.3. Predictieve waarde en afkapwaarden van de antropometrische parameters voor de predictie van het metabool syndroom en zijn componenten in de patiëntenpopulatie 37
5.3.1 BMI z-score, tailleomtrek z-score, WHtR z-score, CI z-score en BMAI z-score 37
5.3.2 WHtR en CI (absolute waarden) 41
6. Discussie 43
7. Conclusie 50
8. Samenvatting 52
9. Literatuurlijst 54

10. Bijlagen 58

I. Goedkeuring Ethische Commissie: deel Vlaamse Groeistudie 2004 59

II. Goedkeuring Ethische Commissie: Vlaamse referentiecurven voor antropometrische parameters van de abdominale vetmassa bij kinderen 60

III. ROC-curven met aanduiding van de afkapwaarden voor screening naar metabool syndroom 63

2. Voorwoord

Ik wil mijn promotor, prof. Jean De Schepper, bedanken voor het aanreiken van dit onderwerp en de waardevolle feedback. Vooral in de eerste fasen van dit proces was zijn hulp bij het vinden van de juiste richting erg belangrijk.
Veel dank gaat ook uit naar mijn co-promotor, prof. Mathieu Roelants, voor zijn onmisbare hulp bij de statistische analyses. Hij heeft het grootste deel van de statistische verwerking uitgevoerd en maakte tijd om deze deels samen met mij te doen, zodat ik goed begreep wat er gebeurde en toch inbreng kon hebben. Hij maakte er geen probleem van wanneer ik wijzigingen of aanvullingen vroeg.
Ik apprecieer de tijd die beiden in dit werk gestoken hebben enorm.

Ook wil ik mijn collega's en medestudenten bedanken voor hun steun en aanmoedigingen.

3. Inleiding

3.1 Kadering

Tijdens het medisch consult bij het CLB worden gewicht en gestalte gemeten en uitgezet op een gewicht- en gestaltereferentiecurve en wordt tevens de body mass index (BMI) berekend en geplot op de BMI-referentiecurve, ontwikkeld door de Vlaamse Groeistudie 2004 (1). De CLB-arts of -verpleegkundige kan meteen zien of er overgewicht of obesitas aanwezig is bij een kind door na te kijken of de BMI-waarde in of boven het hoge aandachtsgebied (respectievelijk overgewicht of obesitas) op de BMI-curve valt. Het hoge aandachtsgebied omvat immers de percentiellijnen die bij volwassenen op de leeftijd van 18 jaar overeenkomen met overgewicht (BMI ≥ 25) tot obesitas (BMI ≥ 30). Voor kinderen tot en met 9 jaar zal de gewichtsindex ((actuele BMI / p50 BMI) x 100) gebruikt worden om het onderscheid tussen normaal gewicht, overgewicht en obesitas te maken. De huidige referentiecurven zijn hier echter nog niet aan aangepast.

De BMI van een kind geeft een inschatting van de hoeveelheid lichaamsvet maar kan bij gespierde kinderen of kinderen met relatief korte benen een verhoogde waarde opleveren, welke niet aan een overmatige hoeveelheid lichaamsvet te wijten is. Ook geeft de BMI geen informatie over de verdeling van vetmassa, meer bepaald over het centrale of het abdominaal vet. Het abdominaal vet is in sterke mate geassocieerd met het voorkomen van metabole afwijkingen zoals dyslipidemie (hypertriglyceridemie, hoog LDL cholesterol, laag HDL cholesterol), arteriële hypertensie, hyperglycemie en hyperinsulinemie (2,3), ook op jonge leeftijd en zowel bij kinderen met een normaal gewicht als met overgewicht. De associatie tussen een toegenomen abdominale vetmassa en dyslipidemie, arteriële hypertensie en hyperglycemie is gekend als het metabool syndroom. Ongeveer 3% van alle kinderen vertoont het metabool syndroom, terwijl de prevalentie ervan bij obese kinderen oploopt tot 66 % afhankelijk van de gekozen definitie en bestudeerde populatie (4).

Meerdere antropometrische methodes zijn ontwikkeld om het abdominaal vet in te schatten. Een eenvoudige methode, zowel bij kinderen als volwassenen, is de meting van de tailleomtrek. Een nadeel van het gebruik van tailleomtrek is dat deze waarde sterk afhangt van de gestalte en dus geen betrouwbare inschatting geeft bij kinderen met een kleine of grote gestalte. Om deze tekortkoming op te vangen, werden er meerdere parameters afgeleid van de tailleomtrek voorgesteld, namelijk de taille-lengteratio (waist-to-height-ratio of WHtR), de conicity index (CI) en de body mass abdominal index (BMAI). De taille-lengteratio wordt berekend als tailleomtrek (m) / lengte (m), de conicity index als tailleomtrek (m) /

(0,109 x √(gewicht (kg) / lengte (m))) (5) en de body mass abdominal index als BMI (kg/m²) x tailleomtrek (m) (6). Er werden nog geen Vlaamse referentiecurven ontwikkeld voor deze parameters. Anderzijds is het nog onduidelijk of deze afgeleide parameters allen in dezelfde mate een meerwaarde voor het opsporen van metabole afwijkingen bij kinderen opleveren. Een ander probleem is de onduidelijkheid omtrent de bepaling van de grenswaarden van deze parameters bij kinderen. Er werden immers 3 methodes voorgesteld om deze grenswaarden te bepalen. Een eerste mogelijkheid is de percentielwaarde te kiezen welke overeenkomt met de afkapwaarden op de leeftijd van 18 jaar, analoog met de procedure voor de ontwikkeling van BMI-percentielgrenzen (7). Een tweede mogelijkheid is om de percentielwaarden die overeenkomen met de percentielwaarden voor overgewicht en obesitas volgens BMI te gebruiken. Gezien de verschillen in referentiewaarden tussen verschillende populaties, is een vaste afkapwaarde mogelijk niet voor elke groep kinderen geschikt. Schwandt et al. (8) en Brannsether et al. (9) zochten de percentielen die bij Duitse en Noorse kinderen het best overeenkomen met overgewicht volgens BMI. Zij kozen respectievelijk p90 en p85 als afkapwaarde voor abdominaal overgewicht. Een derde mogelijkheid is om percentielgrenzen te hanteren welke een hoog risico op metabole afwijkingen op kinderleeftijd voorspellen. In de IDF-definitie van metabool syndroom wordt een percentiel van 90 als grenswaarde voor de tailleomtrek voor kinderen vanaf 10 jaar aangenomen. Deze keuze werd gemaakt omdat in enkele studies bij een tailleomtrek boven de 90e percentiel een significant hoger voorkomen van cardiovasculaire risicofactoren zoals dyslipidemie of arteriële hypertensie bij schoolkinderen werd teruggevonden (10).

In deze masterproef zullen referentiewaarden voor tailleomtrek, taille-lengteratio, conicity index en body mass abdominal index bij Vlaamse kinderen van 0 tot 20 jaar worden geschat. Deze masterproef is eveneens een verkennend onderzoek naar het gebruik van deze parameters als predictors van het metabool syndroom en de meest voorspellende afkapwaarden bij kinderen en jongeren met overgewicht en obesitas in de CLB-context.

3.2 Literatuuronderzoek

Volgende literatuuronderzoeksvragen werden geformuleerd:

1. Welke referentiewaarden bestaan er voor tailleomtrek, taille-lengteratio (WHtR), conicity index (CI) en body mass abdominal index (BMAI) bij Europese kinderen en zijn deze verschillend?

2. Hoe wordt het metabool syndroom gedefinieerd bij kinderen?

3. Wat is de prevalentie van metabool syndroom bij obese Europese kinderen?

4. In welke mate voorspelt de tailleomtrek (de componenten van) het metabool syndroom bij kinderen?

5. Wat is de meerwaarde van WHtR, CI en BMAI bij de voorspelling van metabool syndroom bij kinderen?

3.2.1 Zoekstrategie

Een antwoord op deze vragen werd gezocht via Pubmed. Het literatuuronderzoek gebeurde in de periode juni-november 2018.

1. Welke referentiewaarden bestaan er voor tailleomtrek, taille-lengteratio (WHtR), conicity index (CI) en body mass abdominal index (BMAI) bij Europese kinderen en zijn deze verschillend?

Aangezien de Vlaamse Groeistudie werd uitgevoerd tussen 2002 en 2004, werden enkel de studies waarvoor de metingen werden uitgevoerd van 2002 tot 2008 weerhouden.

<u>Tailleomtrek:</u>

Een zoekopdracht met de termen ((waist circumference[MeSH Terms]) AND children[MeSH Terms]) AND reference value[MeSH Terms] leverde 95 resultaten op waarvan 12 artikels werden weerhouden.

Wanneer geen MeSH-termen gebruikt werden en gezocht werd met de termen (("waist circumference") AND "children") AND "reference", werden 328 resultaten gevonden.

Om de meest relevante artikels te vinden, werd gebruik gemaakt van de ‘Best Match’ sorteerfunctie in Pubmed. Negen artikels werden weerhouden, waarvan vijf reeds bij de vorige zoekstrategie weerhouden werden.

WHtR:

Er kon geen MeSH-term voor taille-lengteratio gevonden worden. Er werd daarom gebruik gemaakt van de termen ((("waist height ratio") OR "whtr") AND "children") AND "reference". Dit gaf 75 resultaten waarvan er zeven weerhouden werden.

CI:

Er was geen gekende MeSH-term voor conicity index. Er werd een zoekopdracht uitgevoerd met de termen (("conicity index") AND "children") AND "reference" maar deze leverde maar vier resultaten op waarvan geen enkele relevant was.
Wanneer enkel gebruik gemaakt werd van de termen ("conicity index") AND "children", werden 21 resultaten gevonden. In geen van deze artikels werden referentiewaarden beschreven.

BMAI:

Er waren geen MeSH-termen voor body mass abdominal index en ook het gebruik van de term "body mass abdominal index" leverde geen relevante resultaten. De combinatie ("bmai") AND "children" gaf slechts vier resultaten, daarom werd de zoekopdracht niet verder gespecifieerd. Er werden geen artikels betreffende referentiewaarden gevonden.

2. Hoe wordt metabool syndroom gedefinieerd bij kinderen?

Alvorens Pubmed te raadplegen, werd eerst naar guidelines gezocht op www.guidelines.gov, www.cebam.be, www.domusmedica.be en www.nhg.nl. Dit leverde geen resultaten op.

Gezien de diversiteit aan definities omtrent metabool syndroom werd gezocht naar reviews die de reeds beschreven definities in kaart brachten.

Wanneer enkel gebruik gemaakt werden van MeSH-termen, met name de combinatie (((metabolic syndrome x[MeSH Terms]) AND children[MeSH Terms]) AND diagnosis[MeSH

Terms]) met filter ‘systematic review’, werden 43 resultaten gevonden. Hiervan was geen enkele relevant voor onze vraag.

De combinatie (((metabolic syndrome x[MeSH Terms]) AND children[MeSH Terms]) AND definition) gaf 201 resultaten, na toevoegen van de filter ‘review’ bleven 35 artikels over. Eén systematic review werd weerhouden, nog twee reviews werd via andere artikels gevonden.

3. Wat is de prevalentie van metabool syndroom bij obese kinderen?

Enkel studies betreffende Europese obese kinderen gepubliceerd in de afgelopen 10 jaar werden weerhouden. Ook werden enkel studies die de IDF-criteria voor metabool syndroom hanteerden weerhouden.

Eerst werd de combinatie ((((metabolic syndrome x[MeSH Terms]) AND prevalence[MeSH Terms]) AND children[MeSH Terms]) AND "obese") AND europe[MeSH Terms] gebruikt. Dit gaf 45 resultaten waarvan 4 artikels werden weerhouden.

Wanneer geen MeSH-termen gebruikt werden en gezocht werd met ((("metabolic syndrome") AND "prevalence") AND "children") AND "obese") AND "europe", werden geen bijkomende artikels gevonden.

De zoektocht werd verder uitgebreid door te zoeken met de combinatie (("metabolic syndrome") AND "prevalence") AND "children") AND "obese". Dit gaf 462 resultaten.

Artikels werden overlopen na sortering o.b.v. ‘best match order’. De lijst werd doorlopen tot er geen relevante artikels meer voorkwamen (tot p. 11 van 24). Zeven bijkomende artikels werden weerhouden.

Aldus werden 9 unieke artikels geselecteerd.

4. In welke mate voorspelt de tailleomtrek (de componenten van) het metabool syndroom bij kinderen?

De combinatie ((metabolic syndrome x[MeSH Terms]) AND waist circumference[MeSH Terms]) AND children[MeSH Terms] gaf 283 resultaten waarvan 6 artikels werden weerhouden.

Wanneer deze termen niet als MeSH-termen gebruikt werden, resulteerde dit in 669 resultaten. Artikels werden overlopen na sortering o.b.v. ‘best match order’, de lijst werd doorlopen tot er geen relevante artikels meer voorkwamen
In totaal werden zo 13 artikels weerhouden.

5. Wat is de meerwaarde van WHtR, CI en BMAI bij de voorspelling van metabool syndroom bij kinderen?

WHtR:

De combinatie (("waist to height ratio") AND "children") AND "metabolic syndrome" gaf 60 resultaten. Negen artikels werden weerhouden.

CI:

De zoekcombinatie (conicity index) AND "metabolic syndrome" AND "children" gaf twee artikels die beiden werden weerhouden.
Wanneer de term “children” werd weggelaten, werden bijkomend drie relevante artikels gevonden.

BMAI:

De term “body mass abdominal index” en de combinatie ("bmai") AND "metabolic syndrome" leverden geen correcte resultaten dus werd enkel de term “bmai” gebruikt. Dit gaf echter ook geen artikels die een antwoord konden geven op deze literatuuronderzoeksvraag.
Er werd bijkomend ook gezocht in Google Scholar (met de term "body mass abdominal index"). Dit gaf geen nuttige resultaten.

Verder werden voor alle literatuuronderzoeksvragen bijkomende artikels bekomen via referenties en via ‘similar articles’ op Pubmed.

3.2.2 Bevindingen literatuuronderzoek

1a. Welke referentiewaarden bestaan er voor tailleomtrek bij Europese kinderen en zijn deze verschillend?

Er werden reeds meerdere referentiecurven gepubliceerd voor tailleomtrek bij kinderen en jongeren uit verschillende Europese landen. In de meeste studies werden meer dan 2000 deelnemers ingesloten en werden percentielcurven aan de hand van de LMS-methode gegenereerd.
Een overzicht van de meest recent gepubliceerde referenties met vermelding van de p50-waarden voor 10-, 13- en 17-jarige jongens en meisjes is weergegeven in tabel 1. De tailleomtrek neemt volgens alle publicaties toe met de leeftijd en verschilt volgens het geslacht, met hogere waarden voor jongens dan meisjes op elke leeftijd. De referentiecurven zijn verschillend tussen Europese landen.

De tailleomtrek is op 10 jaar het grootst bij Zwitserse kinderen en het kleinst bij Noorse kinderen. Bij de 13- en 17-jarigen hebben Duitse kinderen de grootste mediane tailleomtrek.

Bij vergelijking van deze Europese referenties voor tailleomtrek moet echter rekening gehouden worden met de gebruikte methodiek. De manier van meten is immers niet in alle studies gelijk. De tailleomtrek werd wel in de meeste studies halverwege de onderste rib en crista iliaca gemeten, zoals aanbevolen door de World Health Organization en International Diabetes Federation. Alternatieve meetpunten bevinden zich t.h.v. de navel, het smalste deel van de lende of de hoogste rand van de crista iliaca. Nawarycz et al. (11) bepaalden met een gelijklopende methodiek referentiecurven voor Duitse en Poolse kinderen van 7 tot 18 jaar en vonden alsnog duidelijk hogere waarden bij de Duitse kinderen.
Te noteren valt dat ook de manier van rekruteren en de gebruikte inclusie- en exclusiecriteria voor het insluiten van deelnemers en de periodes van dataverzameling verschillend zijn tussen de geciteerde studies.

Tabel 1. p50-waarden voor tailleomtrek volgens verschillende Europese studies

	meetplaats	leeftijd	methode	geslacht	aantal kinderen	p50 (10j)	p50 (13j)	p50 (17j)
Aeberli et al. (Zwitserland, 2011) (12)	1	6-13j	LMS	J	1128	63,2	69,3	
				M	1175	62,4	68,4	
Brannsether et al. (Noorwegen, 2011) (9)	1	4-18j	LMS	J	2945	59,6	65,3	74,9
				M	2780	58,3	63,2	68,5
Galcheva et al. (Bulgarije, 2012) (13)	1	6-18j	LMS	J	2052	62,0	68,1	75,8
				M	1758	61,1	66,3	68,0
Haas et al. (Duitsland, 2011) (14)	1	12-18j	LMS	J	1633		70,1	78,0
				M	1391		70,0	74,0
Kromeyer-Hauschild et al. (Duitsland, 2009) (15)	1 of 2	11-18j	LMS	J	8985		68,0	75,5
				M	8656		65,8	69,3
Mellerio et al. (Frankrijk, 2012) (16)	3	7-20j	(4)	J	972	60,7	66,8	73,8
				M	1004	60,4	65,2	68,9
Nagy et al. (Europa, 2014) (17)	1	2-10j	LMS	J	6017	59,2		
				M	6364	59,5		
Nawarycz et al. (Duitsland, 2013) (11)	1	7-18j	LMS	J	4299	63,1	69,7	78,3
				M	3919	61,9	67,7	73,5
Nawarycz et al. (Polen, 2013) (11)	1	7-18j	LMS	J	5558	61,4	68,0	75,4
				M	5768	59,1	65,0	68,7
Nawarycz et al. (Polen, 2009) (18)	1	7-18j	LMS	J	2779	61,4	67,1	74,6
				M	2884	59,1	64,8	68,7

1: gemeten halverwege onderste rib - crista iliaca; 2: gemeten t.h.v. smalste deel lende; 3: gemeten t.h.v. navel

4: volgens de methode van Royston & Wright (19)

1b. Welke referentiewaarden bestaan er voor WHtR, CI en BMAI bij Europese kinderen en zijn deze verschillend?

In de afgelopen tien jaar (vanaf 2008) werden referentiecurven voor WHtR beschreven voor kinderen uit de volgende Europese landen: Zwitserland, Noorwegen, Duitsland, Polen en Zweden. Deze referenties zijn weergeven in tabel 2. De tailleomtrek werd in alle studies halverwege de crista iliaca en onderste rib gemeten en de gestalte werd staand gemeten. De percentielcurven werden allen aan de hand van de LMS-methode gegenereerd.

Tabel 2. p50-waarden voor WHtR volgens verschillende Europese studies

	leeftijd	geslacht	aantal kinderen	p50 (10j)	p50 (13j)	p50 (17j)
Aeberli et al. (Zwitserland, 2011) (12)	6-13j	J	1128	0,45	0,45	
		M	1175	0,45	0,44	
Brannsether et al. (Noorwegen, 2011) (9)	4-18j	J	2945	0,42	0,41	0,42
		M	2780	0,41	0,40	0,41
Haas et al. (Duitsland, 2011) (14)	12-18j	J	1633		0,43	0,44
		M	1391		0,43	0,44
Nagy et al. (Europa, 2014) (17)	2-10j	J	6017	0,42		
		M	6364	0,42		
Nawarycz et al. (Duitsland, 2013) (11)	7-18j	J	4299	0,44	0,43	0,43
		M	3919	0,43	0,43	0,44
Nawarycz et al. (Polen, 2013) (11)	7-18j	J	5558	0,44	0,43	0,43
		M	5768	0,42	0,41	0,42
Narawycz et al. (Polen, 2016) (20)	7-19j	J	6547	0,44	0,43	0,43
		M	6625	0,42	0,41	0,42

De mediane percentielwaarden zijn algemeen hoger bij jongens dan bij meisjes, doch de verschillen zijn gering en meestal niet significant. In de meeste studies werd bij jongere kinderen een afname van de WHtR vastgesteld. Bij oudere kinderen (vanaf ca. 15 jaar) nam de WHtR daarentegen toe.

Nagy et al. (17) publiceerden referentiecurven gebaseerd op de metingen bij 2- tot 10-jarige kinderen uit acht Europese landen waaronder ook België. In deze bestudeerde groep van 12 830 kinderen nam de WHtR af met de leeftijd en werden geen verschillen tussen jongens en meisjes vastgesteld.

Er werden nog geen referentiewaarden voor de CI of de BMAI bij kinderen gepubliceerd.

2. Hoe wordt het metabool syndroom gedefinieerd bij kinderen?

De diagnose van metabool syndroom kan worden gesteld als er sprake is van abdominale obesitas en ten minste twee van de vier volgende afwijkingen:

- hypertriglyceridemie
- verlaagd HDL
- verhoogde bloeddruk
- hyperglycemie

Bij volwassenen worden doorgaans volgende grenswaarden gebruikt (21):

Tabel 3. Grenswaarden voor diagnose metabool syndroom bij volwassenen

	mannen	vrouwen	
tailleomtrek	≥ 94 cm (Europa)	≥ 80 cm (Europa)	
hypertriglyceridemie	≥ 1.7 mmol/L (≥ 150 mg/dL)	≥ 1.7 mmol/L (≥ 150 mg/dL)	of reeds in behandeling
verlaagd HDL	< 1.03 mmol/L (<40 mg/dL)	< 1.29 mmol/L (<50 mg/dL)	of reeds in behandeling
verhoogde bloeddruk	SBD ≥ 130 of DBD ≥ 85 mm Hg	SBD ≥ 130 of DBD ≥ 85 mm Hg	of reeds diagnose hypertensie
hyperglycemie	≥ 5.6 mmol/L (≥ 100 mg/dL)	≥ 5.6 mmol/L (≥ 100 mg/dL)	of diagnose diabetes mellitus 2

Voor kinderen worden in de literatuur echter geen uniforme grenswaarden gehanteerd. Een review door Ford en Li (22) toonde volgende variaties in gehanteerde grenswaarden in de pediatrische publicaties:

Obesitas: BMI >p85 tot >p97 of
Tailleomtrek >p70 tot >p90

Verlaagd HDL cholesterol: <p5 tot <p25 of
<35 mg/dL tot <45 mg/dL (jongens),
<39 mg/dL tot <50 mg/dL (meisjes)

Verhoogde triglyceriden: >p75 tot >p95 of
>80 mg/dL tot 177 mg/dL

Verhoogde bloeddruk: >p75 tot >p90

Hyperglycemie: >100 mg/dL (5.5mmol/L) of 110 mg/dL (6.1mmol/L)

Eén van de meest gebruikte definities voor het metabool syndroom in de pediatrische literatuur is de door IDF voorgestelde definitie (10). De diagnose kan gesteld worden als er voldaan wordt aan de criteria voor tailleomtrek en minstens twee van de vier andere factoren weergeven in tabel 4. Voor het gebruik van deze definitie dienen er dus referentiecurven voor de relevante populatie beschikbaar te zijn om de diagnose te stellen.

Tabel 4. criteria voor diagnose metabool syndroom volgens IDF

leeftijd	tailleomtrek	triglyceriden	HDL	bloeddruk	glucose
10-16j	≥p90 (of cut-off voor volwassenen als lager)	≥ 1,7 mmol/L (≥150mg/dL)	<1,03 mmol/L (<40 mg/dL)	SBD ≥ 130 of DBD ≥ 85 mmHg	FPG ≥ 5,6 mmol/L (≥ 100 mg/dL) *
≥16j	≥ 94 cm (mannen) ≥ 80 cm (vrouwen)	≥ 1,7 mmol/L (≥150mg/dL) *	<1,03 mmol/L (<40 mg/dL) (mannen) <1,29 mmol/L (<50 mg/dL) (vrouwen) *	SBD ≥ 130 of DBD ≥ 85 mmHg *	FPG ≥ 5,6 mmol/L (≥ 100 mg/dL) *

* of behandeling voor respectievelijk te hoge triglyceriden, te lage HDL of te hoge bloeddruk of gekende diabetes mellitus

3. Wat is de prevalentie van metabool syndroom bij obese kinderen?

Cijfers over het voorkomen van metabool syndroom bij obese kinderen verschillen sterk. Deze verschillen zijn in grote mate te verklaren door het gebruik van verschillende grenswaarden. Toch zijn er nog steeds grote verschillen terug te vinden wanneer de definitie volgens IDF gebruikt wordt en enkel recente studies worden vergeleken.
Tabel 5 geeft een overzicht van de prevalenties in Europese studies die de afgelopen tien jaar gepubliceerd zijn en de IDF-criteria hanteerden. In sommige studies bestaat de populatie uit kinderen/jongeren die aangemeld waren voor behandeling van obesitas, terwijl in andere studies obese kinderen uit een schoolpopulatie geselecteerd werden. Ook werden de studies op variabele leeftijden uitgevoerd. De hoogste frequenties worden, zoals verwacht, gezien in studies waarbij de deelnemers bestaan uit patiënten die waren aangemeld voor behandeling van obesitas en in studies bij adolescenten. Een andere bevinding is dat de prevalentie van metabool syndroom hoger is bij jongens dan bij meisjes. Ahrens et al. gingen ook de prevalentie van metabool syndroom bij kinderen met overgewicht na. Deze lag beduidend lager dan de prevalentie bij obese kinderen (0,4% versus 3,6%) (23).

Tabel 5. Prevalentie van metabool syndroom bij obese kinderen

	land	leeftijd	rekrutering	aantal kinderen	obesitas (tot)	obesitas (M)	obesitas (V)
Ahrens et al., 2014 (23)	Zweden, Duitsland, Hongarije, Italië, Cyprus, Spanje, België, Estland	2-10j	gezonde populatie	16228	4%	4%	3%
Braga et al., 2010 (24)	Portugal	10-20j	obesitaskliniek	211	9%		
Lafortuna et al., 2010 (25)	Italië	12-18j	obesitaskliniek	665	23%	30%	19%
Lafortuna et al., 2010 (25)	Duitsland	12-18j	obesitaskliniek	611	40%	46%	37%
de Armas, 2012 (26)	Spanje	gem. 12j	obesitaskliniek	133	20%		
Olza et al., 2011 (27)	Spanje	5-14j	gezonde populatie	478	9%	10%	9%
Papoutsakis et al., 2011 (28)	Griekenland	gem. 11j	gezonde populatie	103	8%		
Sangun et al., 2011 (29)	Turkije	10-18j	obesitaskliniek	635	33%		
Simunovic et al., 2016 (30)	Kroatië	6-18j	obesitaskliniek	201	30%		

4. In welke mate voorspelt de tailleomtrek (de componenten van) het metabool syndroom bij kinderen?

Een meta-analysis door Lo et al. (31) toonde aan dat tailleomtrek bij kinderen kan gebruikt worden als screeningsmethode voor hypertriglyceridemie, een laag HDL cholesterol en het metabool syndroom. Tabel 6 geeft de AUC, het aantal geïncludeerde studies en de gebruikte criteria voor de bestudeerde afwijkingen weer.

Tabel 6. AUC voor screening naar metabool syndroom en componenten van metabool syndroom

	# studies	criterium	AUC (95% betrouwbaarheidsinterval)
Hyperglycemie	3	glycemie ≥100 mg/ dL	0,57 (0.55 – 0.59)
Hypertensie	9	SBD en/of DBD ≥ p95 of ≥ p90	0,68 (0.64 – 0.72)
Hypertriglyceridemie	5	TG ≥150 mg/ dL tot ≥ 110 mg/ dL	0,73 (0.66 – 0.80)
Laag HDL cholesterol	6	HDL ≤ 40 mg/dL of ≤ 45 mg/dL	0,70 (0.62 – 0.78)
Metabool syndroom	9	Definitie volgens IDF, NCEP	0,87 (0.83 – 0.90)

Johnson et al. (32) bekeken het belang van de verschillende meetplaatsen voor de tailleomtrek in de predictie van het metabool syndroom en zijn componenten. Er is een sterkere correlatie tussen tailleomtrek en de componenten van het metabool syndroom wanneer de tailleomtrek gemeten wordt t.h.v. het smalste deel van de lende of halverwege de onderste rib en de crista iliaca in vergelijking met metingen t.h.v. de crista iliaca of de navel.

5. Wat is de meerwaarde van WHtR, CI en BMAI bij de voorspelling van metabool syndroom bij kinderen?

WHtR:

De WHtR werd meer onderzocht als predictor van het metabool syndroom dan de CI en de BMAI. Een meta-analysis door Lo et al. (31) beschrijft het belang van WHtR in vergelijking met tailleomtrek en BMI. WHtR is in hun analyse een betere voorspeller van hypertriglyceridemie dan BMI en een betere voorspeller van een afwijkende score voor het metabool syndroom (MetS-score) dan de tailleomtrek, maar bleek in het algemeen geen betere screeningsmethode voor metabool syndroom (volgens verschillende definities) dan BMI of tailleomtrek. Voor het inschatten van het risico op andere componenten van metabool syndroom zoals hypertensie en insulineresistentie bleken tailleomtrek en BMI beter geschikt. Hoewel WHtR dus niet de beste screeningsmethode is, blijkt deze parameter wel voldoende geschikt als opsporingsmiddel voor het metabool syndroom met een gemiddelde AUC > 0.8 in de ROC-analyse.

Twee studies hebben de voorspellende waarde van WHtR voor het metabool syndroom volgens de IDF-criteria onderzocht. Bij een groep van obese Australische kinderen van 10-16 jaar was de WHtR z-score een betere voorspeller van metabool syndroom dan de BMI z-score en de taille-omtrek z-score (deze laatste was zelfs geen significante voorspeller) (33). Ook bij Braziliaanse adolescenten werd gevonden dat WHtR een hogere predictieve waarde dan BMI, taille-omtrek en de conicity index had (34).

De optimale grenswaarde is bij kinderen niet duidelijk. Zowel een WHtR van 0,6 als 0,5 werd voorgesteld (35,36).

CI:

Het nut van het gebruik van conicity index als voorspeller van metabool syndroom bij kinderen is slechts beperkt onderzocht. Enkel Andaki et al. (37) bepaalden een cut-offwaarde van 1.16 bij Braziliaanse schoolkinderen, welke enkel bij jongens bruikbaar bleek. In deze studie werd echter niet de IDF-definitie voor de diagnose van metabool syndroom gehanteerd.
Een eerdere studie (38) die ook werd uitgevoerd bij Braziliaanse schoolkinderen en de NCEP-definitie van metabool syndroom hanteerde, concludeerde dat CI niet voldoet als screeningsmiddel voor het metabool syndroom bij kinderen.

De Oliveira en Guedes (34) daarentegen concludeerden dat CI wel een aanvaardbare screeningsmethode was voor het metabool syndroom volgens de IDF-definitie bij jongens en meisjes van 12 tot 20 jaar maar dat WHtR, BMI en tailleomtrek een betere sensitiviteit en specificiteit hadden.

BMAI:

Het verband tussen BMAI en metabool syndroom werd nog niet beschreven.

3.3 Onderzoeksvragen

Het doel van dit onderzoek is het bepalen van referenties voor tailleomtrek, taille-lengteratio, conicity index en body mass abdominal index bij Vlaamse kinderen van 0 tot 20 jaar. Het is ook de bedoeling om na te gaan welke antropometrische parameter voor abdominale adipositas en welke afkapwaarde meest voorspellend is voor het metabool syndroom bij kinderen met overgewicht of obesitas. Afhankelijk van de resultaten kan het nuttig zijn om een dergelijke parameter binnen een CLB-setting als mogelijk (bijkomend) verwijscriterium voor Vlaamse kinderen te hanteren.

Deze doelstelling vertaalt zich in volgende onderzoeksvragen:

1. Wat zijn de referentiewaarden voor tailleomtrek, taille-lengteratio, conicity index en body mass abdominal index in relatie tot geslacht en leeftijd voor Vlaamse kinderen van 0 tot 20 jaar? Welke SD-lijn komt op de leeftijd van 18 jaar overeen met de IDF-grenswaarden voor tailleomtrek bij volwassenen?

2. Wat is de predictieve waarde van de tailleomtrek, taille-lengteratio, conicity index en body mass abdominal index voor de aanwezigheid van het metabool syndroom en zijn componenten bij kinderen met overgewicht of obesitas? Wat zijn de optimale afkapwaarden voor deze parameters?

4. Materiaal en Methodes

4.1 Studieopzet

Het betreft een deels prospectieve (opstellen van referentiewaarden) en deels retrospectieve (onderzoeken van predictieve waarde) observationele studie.

4.2 Ethische commissie en dataprotectie

De gegevens van de groep gezonde Vlaamse kinderen werden voor de Vlaamse Groeistudie 2004 verzameld na schriftelijke toestemming van de ouders. De meetgegevens en vragenlijsten werden na koppeling aan de hand van een studienummer geanonimiseerd door het verwijderen van alle informatie die identificatie toelaat.

In de patiëntengroep werden de gegevens losgekoppeld van namen of andere manieren van identificatie om anonimiteit te waarborgen, voor zover dit nog niet gebeurd was. De datasets werden in een met wachtwoord beveiligd Excelbestand bewaard.

Goedkeuring van de ethische commissie van het UZ Brussel voor het gebruik van de verzamelde data werd verkregen op 16/05/2018. De Vlaamse Groeistudie werd oorspronkelijk goedgekeurd op 20/12/2001.

4.3 Populatie

<u>Kinderen en jongeren onderzocht in de Vlaamse Groeistudie 2004</u>

Voor het schatten van de referentiecurven werd enkel gebruik gemaakt van de databank van de Vlaamse Groeistudie 2004. In deze studie werden lengte-, gewicht- en tailleomtrekmetingen verzameld in de periode 2001-2004 bij 18 374 kinderen en jongeren. Kinderen van 0 tot 3 jaar werden gerekruteerd in consultatiebureaus en kinderopvangvoorzieningen uit alle Vlaamse provincies. De metingen gebeurden van september 2002 tot juni 2003. De groep 2,5- tot 18-jarigen werd gerekruteerd via CLB's. Negenenvijftig van de 75 Vlaamse CLB's namen deel aan deze studies. Zij verzamelden van januari 2002 tot juni 2003 elk iedere schoolmaand een groep van minstens 16 leerlingen.

Het gewenste leerjaar en onderwijsniveau was vastgelegd maar CLB's konden zelf bepalen welke klasgroepen ze gebruikten. Van januari tot september 2001 werden ook meetgegevens verzameld bij studenten ouder dan 18 jaar die ingeschreven waren aan de Vrije Universiteit Brussel en gebruik maakten van het aangeboden preventief medisch onderzoek. Ook namen jonge werknemers die werkten in bedrijven die waren aangesloten bij IDEWE (regio Leuven) deel. Hun gegevens werden verzameld tijdens een arbeidsgeneeskundig onderzoek van maart tot juni 2003.

Exclusiecriteria waren:
- prematuriteit (<37 weken) in de groep 0-3-jarigen
- niet-Belgische origine: d.w.z. kinderen die niet minstens één ouder van Belgische herkomst en een tweede ouder van Belgische of West-Europese herkomst hebben
- een gekende groeistoornis of chronische ziekte
- gebruik van medicatie die een invloed kan hebben op de groei

In de jongste en oudste leeftijdsgroepen werd nagegaan of men in aanmerking kwam vóór de metingen werden uitgevoerd. In de groep 2,5- tot 18-jarigen gebeurde de exclusie achteraf.

Gegevens van 18 050 van deze deelnemers waren volledig. Voor het maken van de referenties voor de tailleomtrek, taille-lengte ratio (WHtR), conicity index (CI) en body mass abdominal index (BMAI) werden meetgegevens gebruikt van 14 954 kinderen en jongeren (7 388 jongens en 7 566 meisjes) die in een kinderdagverblijf, consultatiebureau of door een CLB werden gemeten. De minimumleeftijd was 0,03 jaar en de maximumleeftijd was 20,6 jaar.

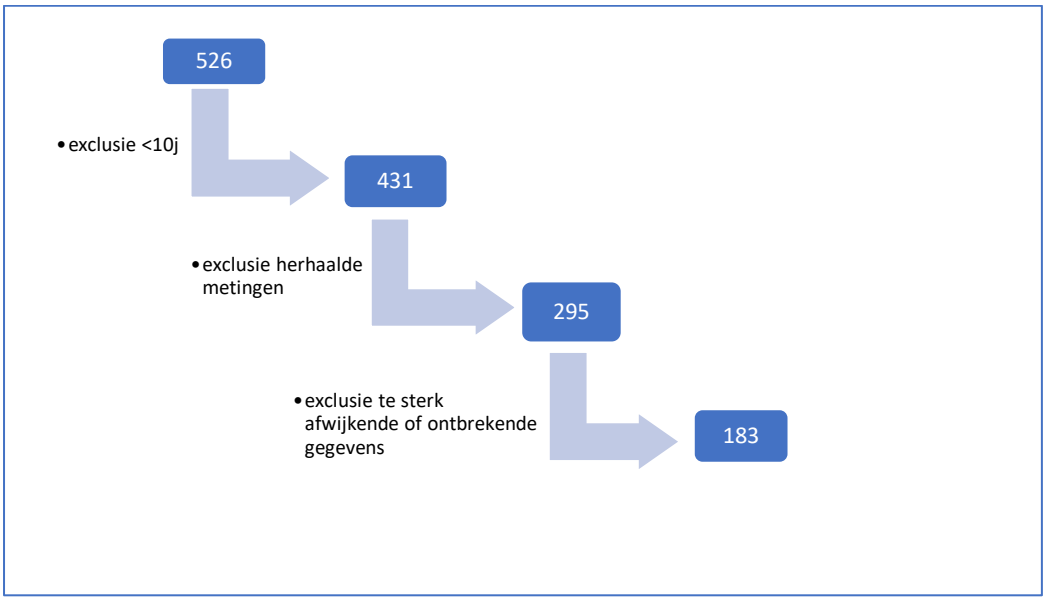
<u>Adolescenten met overgewicht of obesitas onderzocht in het UZ Brussel (2013-2017)</u>

Voor het bepalen van de optimale parameter en zijn afkapwaarde in de voorspelling van het metabool syndroom en zijn componenten werd gebruik gemaakt van antropometrische en biologische gegevens van kinderen en adolescenten die zich in de periode 2013 – 2017 voor de behandeling van overgewicht of obesitas in het UZ Brussel hebben aangemeld. In deze database werden zowel kinderen die werden aangemeld omwille van overgewicht en omwille van een te snelle gewichtstoename ingesloten.

De dataset bevatte gegevens van 526 patiënten. Omdat het metabool syndroom volgens de IDF-criteria niet kan gediagnosticeerd worden onder de leeftijd van 10 jaar, werden patiënten

jonger dan 10 jaar geëxcludeerd. Herhaalde metingen bij dezelfde persoon, alsook kinderen met een BMI SDS < + 1.3 (90^{e} percentiel) werden eveneens uitgesloten voor de analyse.

Door het plotten van de minimale en maximale waarden en het maken van boxplots werden outliers geïdentificeerd. Dit gebeurde zowel voor laboratoriumwaarden (HDL cholesterol, triglyceriden, glucose), bloeddrukmetingen (systolische en diastolische bloeddruk) en antropometrische gegevens (lengte, gewicht, BMI, tailleomtrek). Patiënten met vermoedelijk foutief genoteerde gegevens werden uitgesloten. Ook patiënten waarbij één van bovenstaande gegevens ontbrak, werden uitgesloten. In totaal werden 183 kinderen met overgewicht of obesitas weerhouden voor analyse. Figuur 1 geeft weer hoeveel patiënten na elke fase van datazuivering nog resteerden.



Figuur 1. Selectie van de adolescenten met overgewicht of obesitas

4.4 Meetmethode

Kinderen en jongeren onderzocht in de Vlaamse Groeistudie 2004

De lengte werd bij kinderen onder de twee jaar in een liggende positie gemeten met een meetbord. Vanaf twee jaar gebeurde de meting staand a.d.h.v. een stadiometer. Het resultaat werd tot op 0,1 cm geregistreerd.

Zuigelingen werden zonder kledij of luier gewogen met een digitale babyweegschaal. Het gewicht werd tot op 0,01 kg voor kinderen tot 10 kg en tot op 0,02 kg voor kinderen tot 20 kg geregistreerd. Peuters en oudere kinderen werden in lichte kledij met een digitale personenweegschaal gewogen. Het gewicht werd hier tot op 0,1 kg genoteerd.

De taillemeting gebeurde op gestandaardiseerde wijze met een niet-rekbare lintmeter. Tailleomtrek werd tot op 0,1 cm nauwkeurig gemeten ter hoogte van het smalste deel van de lende. Wanneer dit niet duidelijk was (bij jonge of obese kinderen), werd de tailleomtrek ter hoogte van de navel gemeten. Bij kinderen jonger dan 2 jaar werd de tailleomtrek liggend gemeten. Bij oudere kinderen werd de tailleomtrek in staande positie gemeten aan het einde van een normale uitademing.

Adolescenten met overgewicht of obesitas onderzocht in het UZ Brussel (2013-2017)

Gewicht, lengte en tailleomtrek werden door getrainde verpleegkundigen gemeten bij aankomst in de obesitaskliniek. De weging gebeurde in ondergoed. Het gewicht werd tot op 0,1 kg genoteerd. Gestalte werd tot op 0,1 cm en tailleomtrek tot op 1 cm genoteerd. De tailleomtrek werd bij deze kinderen halverwege de crista iliaca en de onderste rib op het moment van de uitademing gemeten.

Bloeddrukmetingen door middel van oscillometrie werden uitgevoerd. Een nuchtere bloedname werd uitgevoerd voor de bepaling van de nuchtere glycemie. Ook triglyceriden en HDL cholesterol werden bepaald. Deze analyses gebeurden in het laboratorium van het UZ Brussel.

De toewijzing van het geassocieerd metabool syndroom gebeurde volgens de IDF-criteria. Als afkapwaarde voor tailleomtrek werd de p90 op basis van de in deze studie berekende referentiecurven gebruikt.

Het onderscheid tussen overgewicht en obesitas werd gemaakt op basis van de grenswaarden voorgesteld door de Vlaamse Groeistudie. Bij meisjes betekent obesitas een

BMI vanaf + 1.9 SDS en bij jongens wordt een BMI vanaf + 2.1 SDS als obesitas geklasseerd.

4.5 Analyseplan

De statistische verwerking werd gedaan a.d.h.v. Excel en R.

Volgende berekeningen werden uitgevoerd:
De WHtR (taille-lengteratio) werd berekend als: tailleomtrek (m) / lengte (m)
De CI (conicity index) werd berekend als: tailleomtrek (m) / (0,109 x √(gewicht (kg) / lengte (m)))
De BMAI (body mass abdominal index) werd berekend als: BMI (kg/m²) x tailleomtrek (m)

<u>1. Referentiewaarden voor WHtR, CI en BMAI in relatie tot de leeftijd en volgens geslacht bij Vlaamse kinderen</u>

Referentiecurven voor tailleomtrek, taille-lengteratio, conicity index en body mass abdominal index werden voor jongens en meisjes gegenereerd aan de hand van het LMS-model.

Door deze methode wordt de verdeling van een variabele op een welbepaalde leeftijd samengevat door middel van drie parameters: L (lambda) = Box-Cox exponent die nodig is om te corrigeren voor eventuele scheefheid; M (mu) = het gemiddelde; en S (sigma) = de variatiecoëfficient van de getransformeerde variabele. Er wordt verondersteld dat het verloop van deze coëfficienten met de leeftijd zacht glooiend (“smooth”) verloopt. De referentiecurven werden voor jongens en meisjes afzonderlijk geschat.

De optimale vrijheidsgraden voor L, M en S werden bepaald door de *deviance* (een maat voor de overeenstemming van de data met het model), visuele inspectie van de verdeling van restwaarden en numerieke testen voor normaliteit van de restwaarden. Het LMS-model veronderstelt dat de restwaarden een standaardnormale verdeling volgen na transformatie (cfr. z-scores).

Onderstaande tabel geeft voor alle parameters het aantal vrijheidsgraden en transformatie van de leeftijdsas die werd gebruikt bij het schatten van de LMS-referentiecurven.

Tabel 7. Aantal vrijheidsgraden en leeftijdstransformatie voor het schatten van de referentiecurven

	Jongens				Meisjes			
Parameter	L	M	S	Leeftijdtransformatie	L	M	S	Leeftijdstransformatie
Tailleomtrek	3	10	5	snelheid^{-1}	3	10	5	snelheid^{-1}
WHtR	3	7	5	log(leeftijd + 0.5)	3	7	5	log(leeftijd + 0.5)
Conicity Index	-1	2	2	geen	-2.5	2	2	geen
BMAI	3	8	6	√leeftijd	3	8	6	√leeftijd

2. Predictieve waarde en afkapwaarden van de antropometrische parameters voor de aanwezigheid van het metabool syndroom en zijn componenten in de patiëntenpopulatie

De predictieve waarde van de tailleomtrek, taille-lengteratio, conicity index en body mass abdominal index, alsook de body mass index voor de aanwezigheid van het metabool syndroom en zijn componenten werd nagegaan door analyse van Receiver Operating Characteristics (ROC) curven. Een ROC-curve geeft informatie over de kracht van de gebruikte screeningsmethode door voor verschillende afkapwaarden de sensitiviteit (true positive rate) en 1-specificiteit (false positive rate) ten opzichte van elkaar uit te zetten. Het resultaat wordt samengevat door de oppervlakte onder de curve (AUC of Area Under the Curve). Een hoge AUC (maximaal 1) wijst op een groot vermogen van de test om zieke en gezonde individuen van elkaar te onderscheiden.
Omwille van het beperkt aantal patiënten met metabool syndroom werd geen opdeling gemaakt tussen patiënten met overgewicht en met obesitas of tussen jongens en meisjes. Omdat de onderzochte antropometrische parameters (met uitzondering van WHtR bij kinderen ouder dan 10 jaar) afhankelijk zijn van leeftijd en geslacht, gebeurde de analyse op basis van de z-scores. Een ROC-analyse met absolute waarden (ook meetschaal genoemd) was wel mogelijk voor WHtR bij jongens en meisjes en voor conicity index bij jongens aangezien deze in de onderzochte leeftijdsgroep nagenoeg niet leeftijdsafhankelijk waren.

5. Resultaten

5.1 Beschrijving populatie patiënten met overgewicht/obesitas

De bestudeerde patiëntenpopulatie met overgewicht of obesitas bestond uit 86 jongens en 97 meisjes. De jongste patiënt in de bestudeerde cohorte was bij aanmelding 10 jaar oud, de oudste patiënt was 16,9 jaar oud. De gemiddelde leeftijd was 12,6 jaar. In totaal had 70% van de patiënten obesitas. Meisjes meldden zich significant (p=0.003) vaker aan met obesitas dan jongens (Tabel 8).

Tabel 8. Voorkomen van overgewicht en obesitas in studiepopulatie

	jongens	meisjes	totaal
Totale studiepopulatie	86 (47%)	97 (53%)	183 (100%)
Overgewicht	39 (45%)	16 (16%)	55 (30%)
Obesitas	47 (55%)	81 (84%)	128 (70%)

Bij 15% van de patiënten werd de diagnose metabool syndroom gesteld. Er was geen verschil in prevalentie van metabool syndroom tussen jongens en meisjes (Tabel 9).
Bij 96% van de patiënten was de tailleomtrek groot volgens de IDF-criteria (namelijk ≥ p90 of ≥ 1.3 SDS). Geen van de 8 patiënten met een normale tailleomtrek voldeden aan meer dan één van de andere criteria voor metabool syndroom.
Na een grote tailleomtrek was een verlaagd HDL cholesterol de meest voorkomende afwijking.

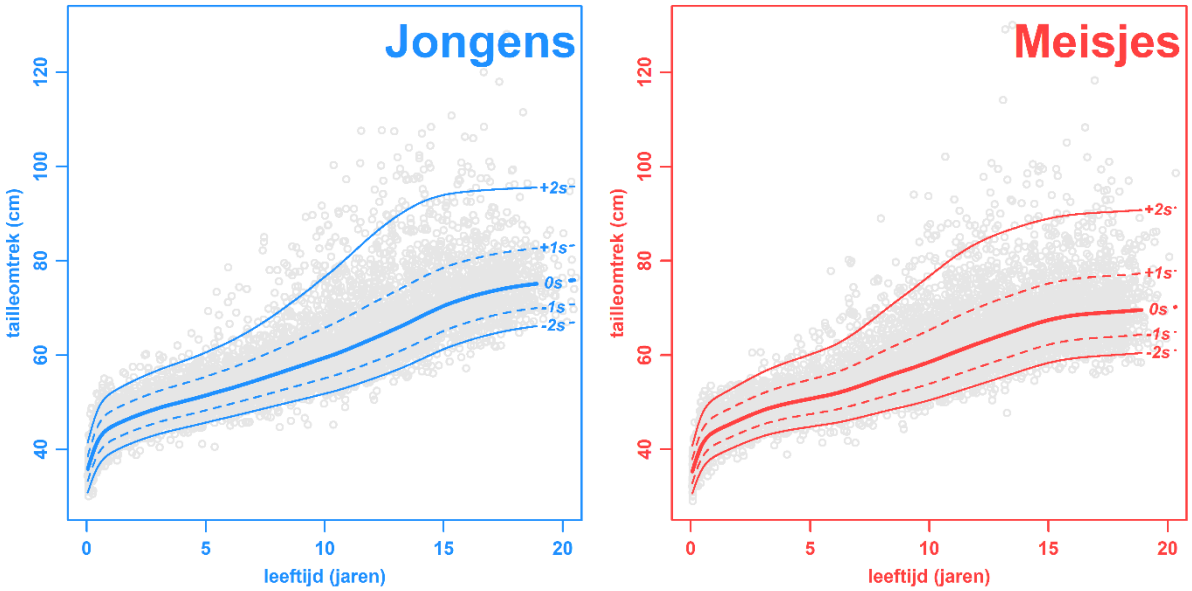
Tabel 9. Voorkomen van metabool syndroom en componenten van metabool syndroom in studiepopulatie

	jongens	meisjes	totaal
Metabool syndroom	13 (15%)	15 (15%)	28 (15%)
Grote tailleomtrek	81 (94%)	94 (97%)	175 (96%)
Hypertriglyceridemie	13 (15%)	13 (13%)	26 (14%)
Verlaagd HDL cholesterol	27 (31%)	29 (30%)	56 (31%)
Verhoogde bloeddruk	16 (19%)	23 (24%)	39 (21%)
Hyperglycemie	1 (1%)	5 (5%)	6 (3%)

5.2 Referentiewaarden

5.2.1 Tailleomtrek

Meisjes hebben op elke leeftijd een kleinere tailleomtrek dan jongens. De tailleomtrek SD-lijnen nemen zowel bij jongens als bij meisjes toe met de leeftijd (Figuur 2). De tailleomtrek + 2 SD-lijn begint tussen 5 en 10 jaar sterker toe te nemen, waardoor het verschil met de lagere SD-lijnen groter wordt. Vanaf circa 15 jaar begint zowel bij jongens als meisjes de tailleomtrek minder snel toe te nemen. Op de leeftijd van 18 jaar geeft bij jongens de + 2 SD-lijn een waarde van 94 cm weer en bij meisjes geeft de + 1.3 SD-lijn een waarde van 80 cm weer.



Figuur 2. Referentiecurven voor tailleomtrek voor Vlaamse jongens en meisjes

Tabel 10. Referentiewaarden voor tailleomtrek (in cm) volgens leeftijd (jongens)

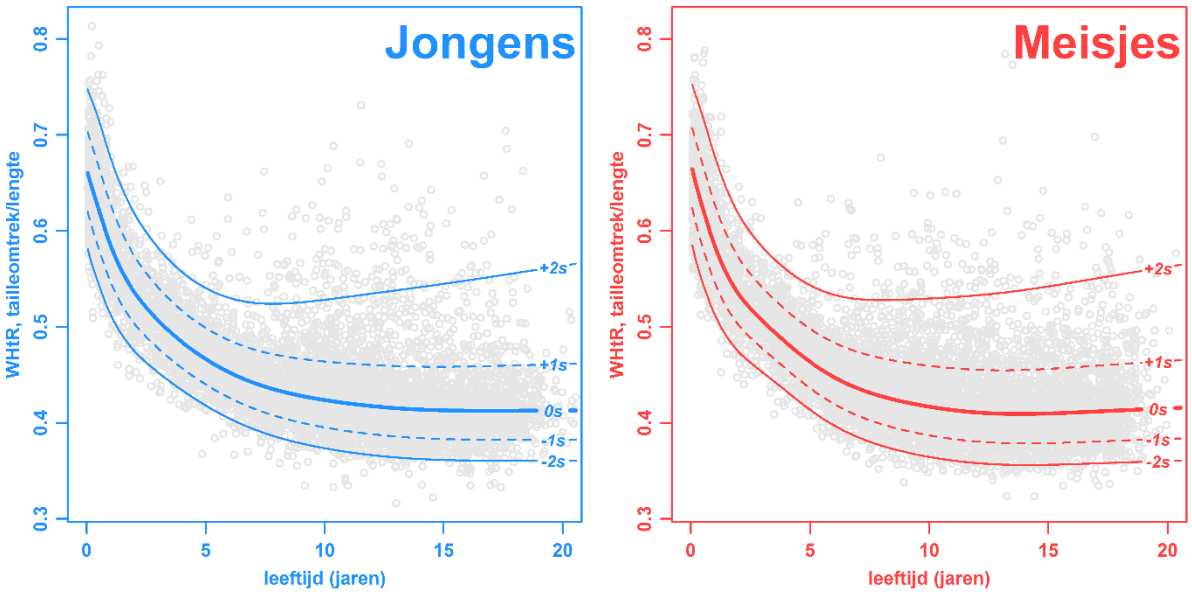
Tailleomtrek	L	M	S	-2 SDS	-1 SDS	0 SDS	+ 1 SDS	+ 2 SDS
0.5	-0.36	42.1	0.07188	36.6	39.2	42.1	45.3	48.8
1	-0.87	44.7	0.06994	39.1	41.7	44.7	48.0	51.9
2	-1.47	47.0	0.06761	41.5	44.0	47.0	50.4	54.6
3	-1.79	48.7	0.06707	43.2	45.7	48.7	52.3	56.8
4	-2.01	50.1	0.06733	44.5	47.0	50.1	53.8	58.6
5	-2.23	51.4	0.06835	45.7	48.3	51.4	55.4	60.6
6	-2.45	52.9	0.07034	46.9	49.6	52.9	57.1	62.8
7	-2.68	54.4	0.07349	48.1	50.9	54.4	59.1	65.6
8	-2.89	56.1	0.07765	49.3	52.3	56.1	61.2	68.9
9	-3.08	57.7	0.08221	50.5	53.7	57.7	63.5	72.6
10	-3.23	59.4	0.08654	51.8	55.1	59.4	65.8	76.6
11	-3.35	61.3	0.09031	53.2	56.7	61.3	68.3	80.9
12	-3.44	63.4	0.09313	54.9	58.5	63.4	71.0	85.4
13	-3.50	65.6	0.09428	56.8	60.5	65.6	73.6	89.3
14	-3.53	68.1	0.09327	59.0	62.8	68.1	76.2	92.3
15	-3.54	70.4	0.09038	61.2	65.1	70.4	78.5	94.0
16	-3.54	72.2	0.08717	63.0	66.9	72.2	80.1	94.7
17	-3.55	73.5	0.08435	64.4	68.3	73.5	81.3	95.1
18	-3.55	74.5	0.08219	65.5	69.3	74.5	82.1	95.4
19	-3.55	75.2	0.08070	66.2	70	75.2	82.7	95.5
20	-3.55	75.7	0.07958	66.7	70.5	75.7	83.1	95.7

Tabel 11. Referentiewaarden voor tailleomtrek (in cm) volgens leeftijd (meisjes)

Tailleomtrek	L	M	S	-2 SDS	-1 SDS	0 SDS	+ 1 SDS	+ 2 SDS
0.5	-0.59	41.3	0.07041	36.1	38.5	41.3	44.4	47.8
1	-1.00	43.8	0.06891	38.5	41.0	43.8	47.0	50.8
2	-1.50	46.2	0.06723	40.8	43.3	46.2	49.6	53.7
3	-1.79	48.2	0.06766	42.7	45.3	48.2	51.9	56.3
4	-1.98	49.7	0.06924	43.9	46.6	49.7	53.5	58.4
5	-2.12	50.7	0.07138	44.8	47.5	50.7	54.8	60.1
6	-2.27	51.8	0.07434	45.5	48.3	51.8	56.2	62.1
7	-2.45	53.3	0.07908	46.6	49.6	53.3	58.2	65.1
8	-2.64	55.1	0.08469	47.9	51.1	55.1	60.7	69.0
9	-2.79	56.8	0.08969	49.1	52.4	56.8	63.0	72.8
10	-2.91	58.5	0.09364	50.4	53.9	58.5	65.3	76.7
11	-3.01	60.5	0.09613	52.0	55.6	60.5	67.8	80.6
12	-3.08	62.4	0.09674	53.6	57.3	62.4	70.0	83.7
13	-3.13	64.2	0.09575	55.2	59.0	64.2	71.9	85.9
14	-3.16	65.9	0.09384	56.9	60.7	65.9	73.7	87.6
15	-3.19	67.4	0.09196	58.3	62.2	67.4	75.2	88.9
16	-3.21	68.4	0.09074	59.3	63.1	68.4	76.1	89.8
17	-3.22	68.9	0.09012	59.7	63.6	68.9	76.6	90.2
18	-3.22	69.2	0.08969	60.1	64.0	69.2	76.9	90.5
19	-3.23	69.6	0.08920	60.5	64.4	69.6	77.3	90.8
20	-3.24	70.1	0.08865	60.9	64.8	70.1	77.8	91.2

5.2.2 WHtR

De WHtR neemt de eerste levensjaren snel af: van een mediane WHtR van 0.64 op 3 maanden naar 0.45 op 6 jaar bij jongens en van 0.65 op 3 maanden naar 0.43 op 6 jaar bij meisjes. Vanaf de leeftijd van 10 jaar blijft de WHtR ongeveer stabiel, behalve voor de + 2 SD-lijn, waar wel nog een lichte stijging gezien wordt.
Er is geen duidelijk verschil tussen jongens en meisjes.



Figuur 3. Referentiecurven voor WHtR voor Vlaamse jongens en meisjes

Tabel 12. Referentiewaarden voor WHtR volgens leeftijd (jongens)

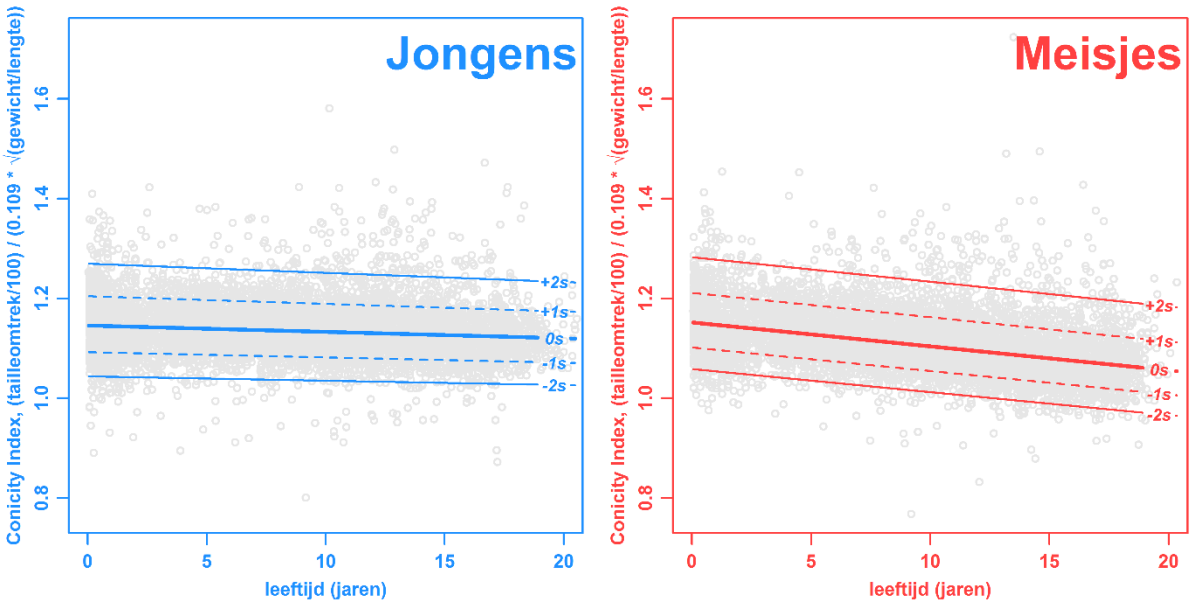
leeftijd	L	M	S	-2 SDS	-1 SDS	0 SDS	+ 1 SDS	+ 2 SDS
0.5	-0.32	0.62	0.06840	0.54	0.58	0.62	0.67	0.72
1	-0.71	0.59	0.06891	0.51	0.55	0.59	0.63	0.68
2	-1.24	0.54	0.06534	0.48	0.50	0.54	0.57	0.62
3	-1.66	0.51	0.06219	0.45	0.48	0.51	0.54	0.58
4	-2.02	0.48	0.06116	0.43	0.46	0.48	0.52	0.56
5	-2.33	0.47	0.06236	0.42	0.44	0.47	0.50	0.54
6	-2.60	0.45	0.06497	0.40	0.43	0.45	0.49	0.53
7	-2.83	0.44	0.06831	0.39	0.42	0.44	0.48	0.53
8	-3.02	0.43	0.07187	0.39	0.41	0.43	0.47	0.52
9	-3.18	0.43	0.07528	0.38	0.40	0.43	0.47	0.53
10	-3.31	0.42	0.07828	0.37	0.40	0.42	0.46	0.53
11	-3.41	0.42	0.08078	0.37	0.39	0.42	0.46	0.53
12	-3.51	0.42	0.08280	0.37	0.39	0.42	0.46	0.53
13	-3.58	0.42	0.08439	0.36	0.39	0.42	0.46	0.54
14	-3.65	0.41	0.08563	0.36	0.38	0.41	0.46	0.54
15	-3.71	0.41	0.08658	0.36	0.38	0.41	0.46	0.54
16	-3.76	0.41	0.08736	0.36	0.38	0.41	0.46	0.55
17	-3.81	0.41	0.08801	0.36	0.38	0.41	0.46	0.55
18	-3.86	0.41	0.08859	0.36	0.38	0.41	0.46	0.56
19	-3.90	0.41	0.08912	0.36	0.38	0.41	0.46	0.56
20	-3.95	0.41	0.08962	0.36	0.38	0.41	0.46	0.56

Tabel 13. Referentiewaarden voor WHtR volgens leeftijd (meisjes)

leeftijd	L	M	S	-2 SDS	-1 SDS	0 SDS	+ 1 SDS	+ 2 SDS
0.5	-0.47	0.62	0.06902	0.55	0.58	0.62	0.67	0.72
1	-0.91	0.58	0.06941	0.51	0.55	0.58	0.63	0.68
2	-1.46	0.53	0.06526	0.47	0.50	0.53	0.57	0.62
3	-1.87	0.51	0.06209	0.45	0.48	0.51	0.54	0.58
4	-2.20	0.48	0.06252	0.43	0.46	0.48	0.52	0.56
5	-2.47	0.46	0.06571	0.41	0.44	0.46	0.50	0.54
6	-2.69	0.45	0.06998	0.40	0.42	0.45	0.48	0.53
7	-2.86	0.44	0.07428	0.39	0.41	0.44	0.47	0.53
8	-2.99	0.43	0.07808	0.38	0.40	0.43	0.47	0.53
9	-3.10	0.42	0.08123	0.37	0.39	0.42	0.46	0.53
10	-3.19	0.42	0.08371	0.36	0.39	0.42	0.46	0.53
11	-3.26	0.41	0.08565	0.36	0.38	0.41	0.46	0.53
12	-3.32	0.41	0.08713	0.36	0.38	0.41	0.46	0.53
13	-3.37	0.41	0.08828	0.36	0.38	0.41	0.45	0.54
14	-3.41	0.41	0.08916	0.36	0.38	0.41	0.46	0.54
15	-3.44	0.41	0.08988	0.36	0.38	0.41	0.46	0.54
16	-3.48	0.41	0.09049	0.36	0.38	0.41	0.46	0.55
17	-3.51	0.41	0.09103	0.36	0.38	0.41	0.46	0.55
18	-3.54	0.41	0.09154	0.36	0.38	0.41	0.46	0.55
19	-3.57	0.41	0.09203	0.36	0.38	0.41	0.46	0.56
20	-3.59	0.42	0.09249	0.36	0.38	0.42	0.46	0.56

5.2.3 Conicity Index

De conicity index blijft bij jongens nagenoeg stabiel met een algemeen gemiddelde waarde van 1.13. Bij meisjes is er een afname van de SD-lijnen met de leeftijd: van 1.15 op 3 maanden naar 1.06 op 20 jaar. Kort na de geboorte hebben meisjes een conicity index die gelijk is aan deze van hun mannelijke leeftijdsgenoten maar op latere leeftijd is de conicity index bij meisjes lager dan bij jongens.



Figuur 4. Referentiecurven voor conicity index voor Vlaamse jongens en meisjes

Tabel 14. Referentiewaarden voor conicity index volgens leeftijd (jongens)

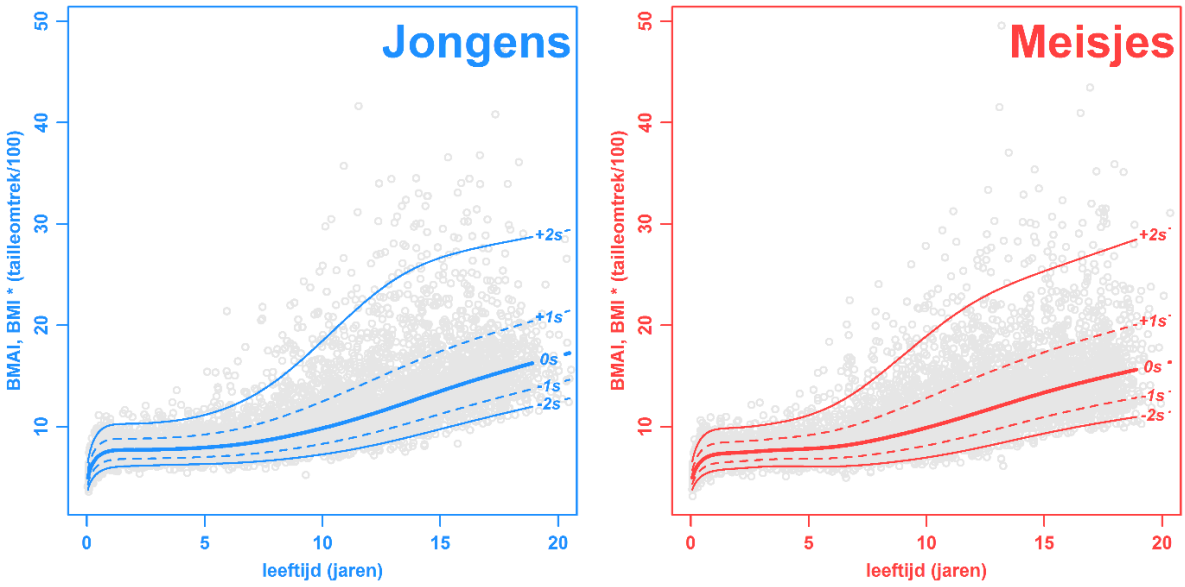
leeftijd	L	M	S	-2 SDS	-1 SDS	0 SDS	+ 1 SDS	+ 2 SDS
0.5	-1	1.14	0.04878	1.04	1.09	1.14	1.20	1.27
1	-1	1.14	0.04870	1.04	1.09	1.14	1.20	1.27
2	-1	1.14	0.04855	1.04	1.09	1.14	1.20	1.27
3	-1	1.14	0.04839	1.04	1.09	1.14	1.20	1.26
4	-1	1.14	0.04823	1.04	1.09	1.14	1.20	1.26
5	-1	1.14	0.04808	1.04	1.09	1.14	1.20	1.26
6	-1	1.14	0.04792	1.04	1.09	1.14	1.20	1.26
7	-1	1.14	0.04777	1.04	1.08	1.14	1.19	1.26
8	-1	1.14	0.04761	1.04	1.08	1.14	1.19	1.25
9	-1	1.13	0.04746	1.04	1.08	1.13	1.19	1.25
10	-1	1.13	0.04730	1.03	1.08	1.13	1.19	1.25
11	-1	1.13	0.04715	1.03	1.08	1.13	1.19	1.25
12	-1	1.13	0.04699	1.03	1.08	1.13	1.19	1.25
13	-1	1.13	0.04684	1.03	1.08	1.13	1.18	1.25
14	-1	1.13	0.04668	1.03	1.08	1.13	1.18	1.24
15	-1	1.13	0.04653	1.03	1.08	1.13	1.18	1.24
16	-1	1.12	0.04637	1.03	1.08	1.12	1.18	1.24
17	-1	1.12	0.04622	1.03	1.07	1.12	1.18	1.24
18	-1	1.12	0.04606	1.03	1.07	1.12	1.18	1.24
19	-1	1.12	0.04591	1.03	1.07	1.12	1.18	1.23
20	-1	1.12	0.04575	1.03	1.07	1.12	1.17	1.23

Tabel 15. Referentiewaarden voor conicity index volgens leeftijd (meisjes)

leeftijd	L	M	S	-2 SDS	-1 SDS	0 SDS	+ 1 SDS	+ 2 SDS
0.5	-2.5	1.15	0.04721	1.06	1.10	1.15	1.21	1.28
1	-2.5	1.15	0.04727	1.05	1.10	1.15	1.21	1.28
2	-2.5	1.14	0.04741	1.05	1.09	1.14	1.20	1.27
3	-2.5	1.14	0.04754	1.04	1.09	1.14	1.20	1.27
4	-2.5	1.13	0.04767	1.04	1.08	1.13	1.19	1.26
5	-2.5	1.13	0.04781	1.03	1.08	1.13	1.19	1.26
6	-2.5	1.12	0.04794	1.03	1.07	1.12	1.18	1.25
7	-2.5	1.12	0.04808	1.03	1.07	1.12	1.18	1.25
8	-2.5	1.11	0.04821	1.02	1.06	1.11	1.17	1.24
9	-2.5	1.11	0.04834	1.02	1.06	1.11	1.17	1.24
10	-2.5	1.10	0.04848	1.01	1.05	1.10	1.16	1.23
11	-2.5	1.10	0.04861	1.01	1.05	1.10	1.16	1.23
12	-2.5	1.09	0.04875	1.00	1.04	1.09	1.15	1.22
13	-2.5	1.09	0.04888	1.00	1.04	1.09	1.15	1.22
14	-2.5	1.08	0.04901	0.99	1.04	1.08	1.14	1.21
15	-2.5	1.08	0.04915	0.99	1.03	1.08	1.14	1.21
16	-2.5	1.07	0.04928	0.98	1.03	1.07	1.13	1.20
17	-2.5	1.07	0.04942	0.98	1.02	1.07	1.13	1.20
18	-2.5	1.07	0.04955	0.97	1.02	1.07	1.12	1.19
19	-2.5	1.06	0.04969	0.97	1.01	1.06	1.12	1.19
20	-2.5	1.06	0.04982	0.97	1.01	1.06	1.11	1.18

5.2.4 BMAI

De BMAI blijft tot ongeveer 7 jaar stabiel en begint dan zowel bij jongens als bij meisjes toe te nemen met de leeftijd. Deze stijging is meer uitgesproken voor de + 2 SD-lijnen. Er is geen belangrijk verschil tussen jongens en meisjes.



Figuur 5. Referentiecurven voor body mass abdominal index voor Vlaamse jongens en meisjes

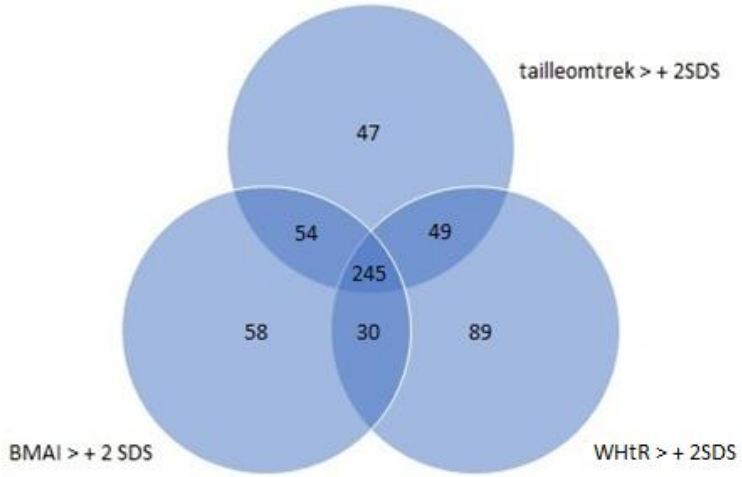
Tabel 16. Referentiewaarden voor Body Mass Abdominal Index volgens leeftijd (jongens)

leeftijd	L	M	S	-2 SDS	-1 SDS	0 SDS	+ 1 SDS	+ 2 SDS
0.5	-0.35	7.1	0.13494	5.5	6.2	7.1	8.2	9.5
1	-0.58	7.6	0.13222	6.0	6.7	7.6	8.7	10.2
2	-0.89	7.7	0.12745	6.1	6.8	7.7	8.8	10.3
3	-1.12	7.7	0.12617	6.2	6.9	7.7	8.9	10.4
4	-1.28	7.8	0.12862	6.3	6.9	7.8	9.0	10.7
5	-1.41	7.9	0.13529	6.3	7.0	7.9	9.2	11.2
6	-1.5	8.1	0.14522	6.4	7.1	8.1	9.6	11.9
7	-1.56	8.4	0.15736	6.5	7.3	8.4	10.1	13.0
8	-1.6	8.8	0.17110	6.7	7.6	8.8	10.8	14.5
9	-1.62	9.3	0.18486	7.0	7.9	9.3	11.6	16.4
10	-1.62	9.9	0.19684	7.3	8.3	9.9	12.5	18.5
11	-1.62	10.5	0.20590	7.6	8.8	10.5	13.5	20.6
12	-1.6	11.2	0.21164	8.1	9.3	11.2	14.5	22.7
13	-1.58	11.9	0.21410	8.6	9.9	11.9	15.5	24.4
14	-1.56	12.7	0.21354	9.2	10.6	12.7	16.5	25.7
15	-1.54	13.5	0.21065	9.8	11.3	13.5	17.4	26.7
16	-1.52	14.3	0.20647	10.4	11.9	14.3	18.3	27.3
17	-1.5	15.0	0.20183	10.9	12.6	15.0	19.1	27.8
18	-1.48	15.7	0.19718	11.5	13.2	15.7	19.8	28.3
19	-1.46	16.3	0.19272	12.0	13.8	16.3	20.5	28.8
20	-1.44	17.0	0.18846	12.6	14.4	17.0	21.1	29.2

Tabel 17. Referentiewaarden voor Body Mass Abdominal Index volgens leeftijd (meisjes)

leeftijd	L	M	S	-2 SDS	-1 SDS	0 SDS	+ 1 SDS	+ 2 SDS
0.5	-0.39	6.8	0.13720	5.2	5.9	6.8	7.8	9.0
1	-0.55	7.3	0.13405	5.7	6.4	7.3	8.3	9.7
2	-0.76	7.4	0.12873	5.9	6.6	7.4	8.5	9.9
3	-0.92	7.6	0.12720	6.0	6.7	7.6	8.7	10.1
4	-1.04	7.7	0.13272	6.1	6.8	7.7	8.9	10.5
5	-1.13	7.8	0.14553	6.1	6.8	7.8	9.2	11.1
6	-1.20	8.0	0.16275	6.1	6.9	8.0	9.6	12.1
7	-1.24	8.3	0.18082	6.2	7.1	8.3	10.2	13.4
8	-1.26	8.8	0.19730	6.4	7.4	8.8	11.0	15.1
9	-1.26	9.3	0.21126	6.6	7.7	9.3	11.9	17.0
10	-1.26	9.9	0.22172	7.0	8.1	9.9	12.8	18.9
11	-1.25	10.6	0.22811	7.4	8.6	10.6	13.8	20.7
12	-1.23	11.3	0.23053	7.8	9.2	11.3	14.8	22.2
13	-1.22	12.0	0.22976	8.3	9.8	12.0	15.7	23.5
14	-1.20	12.7	0.22711	8.8	10.4	12.7	16.5	24.5
15	-1.19	13.4	0.22402	9.3	11.0	13.4	17.4	25.3
16	-1.17	14.0	0.22142	9.8	11.5	14.0	18.1	26.2
17	-1.16	14.6	0.21967	10.2	12.0	14.6	18.8	27.0
18	-1.14	15.1	0.21858	10.6	12.5	15.1	19.5	27.8
19	-1.13	15.7	0.21784	11.0	12.9	15.7	20.1	28.5
20	-1.11	16.2	0.21721	11.4	13.3	16.2	20.8	29.3

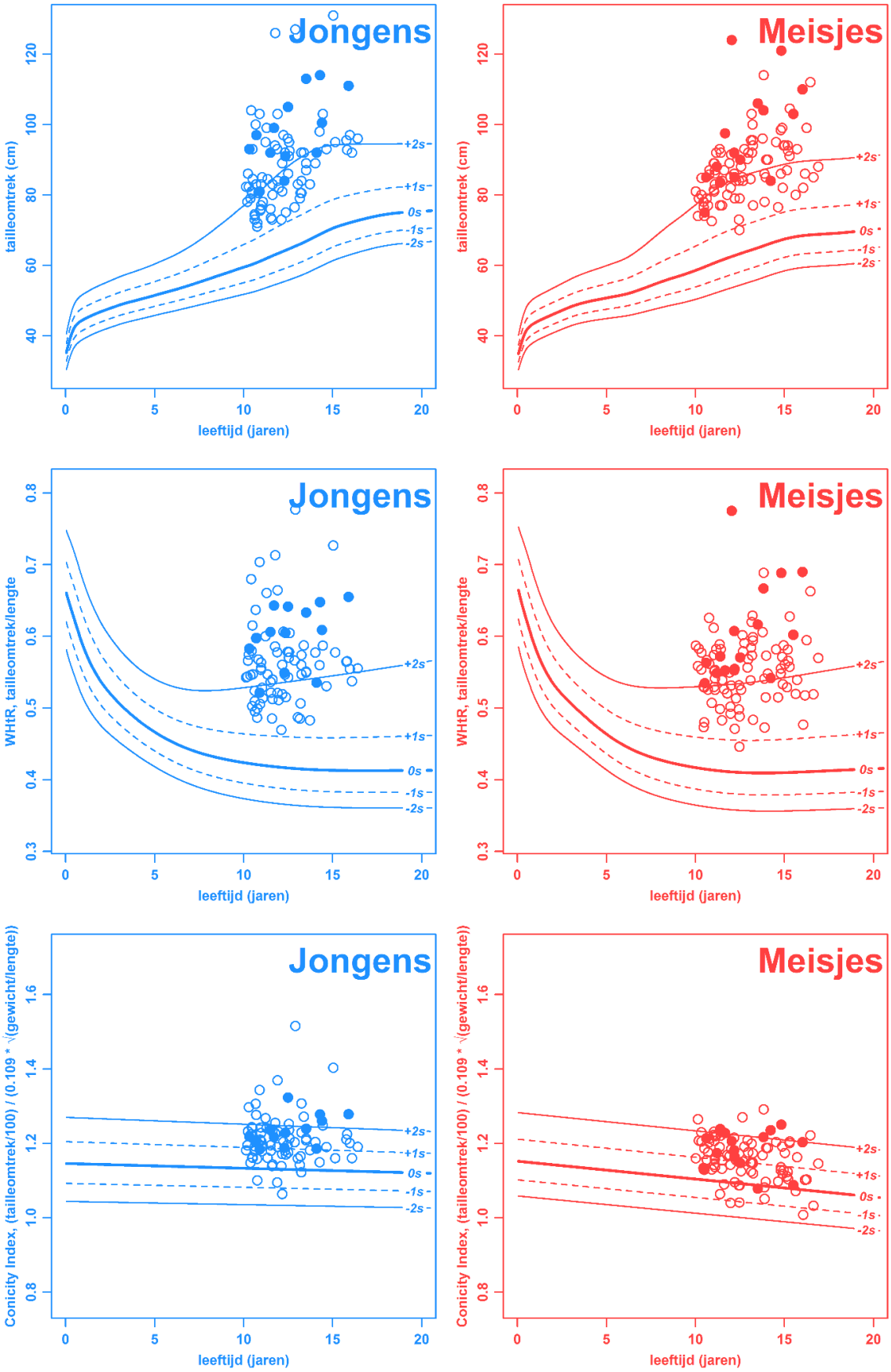
Figuur 6 toont aan dat de meeste kinderen met een tailleomtrek, WHtR of BMAI > + 2 SDS ook voor de andere parameters een waarde > + 2 SDS hebben.



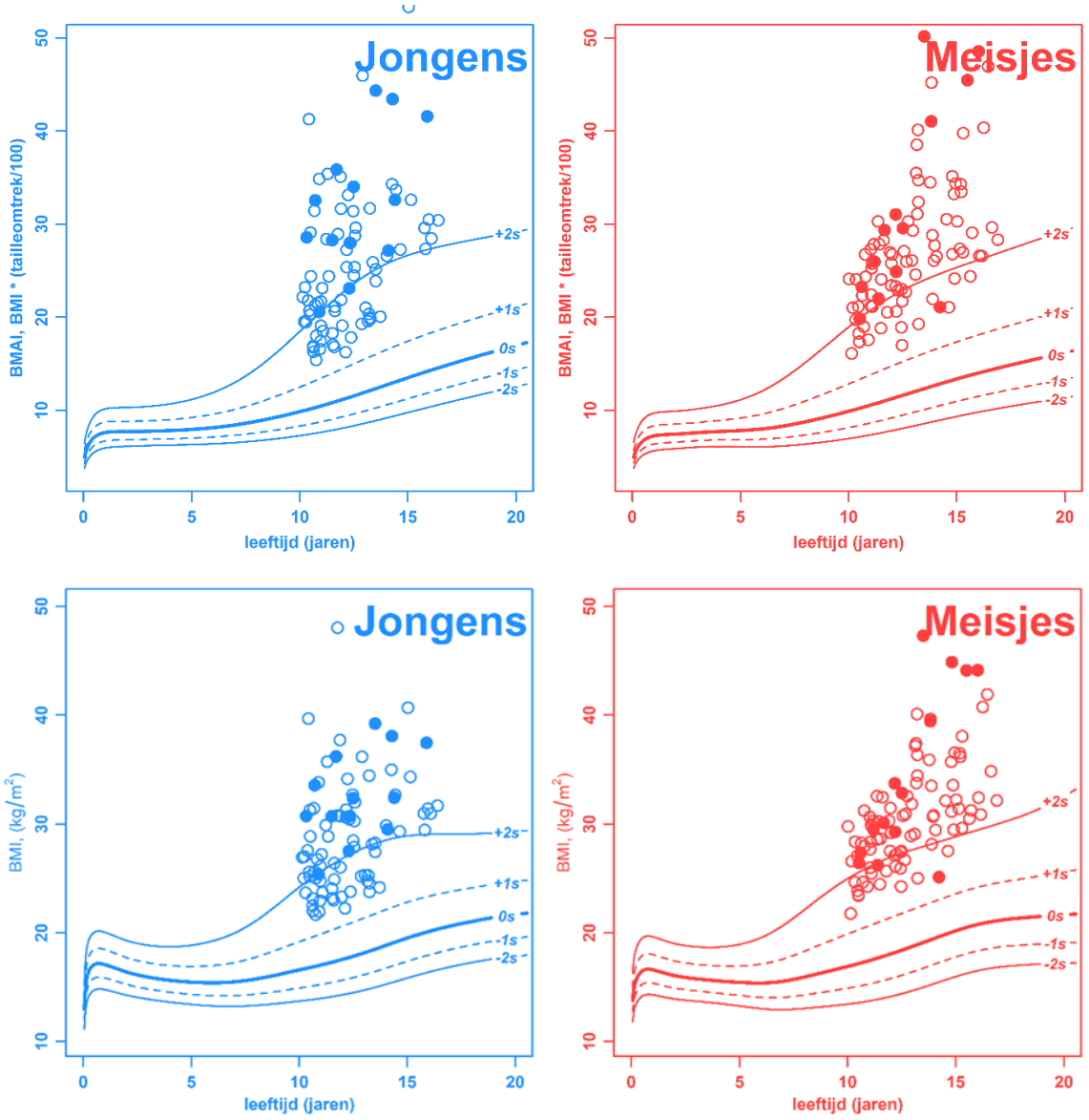
Figuur 6. Venndiagram voor tailleomtrek, WHtR en BMAI > + 2 SDS bij Vlaamse kinderen (schematische voorstelling, de oppervlakte is niet proportioneel aan het aantal observaties)

5.2.5 Situering van de antropometrische parameters van de patiëntenpopulatie t.o.v. referentiecurven

Figuur 7 toont de tailleomtrek, WHtR, CI, BMAI en BMI van de bestudeerde patiëntengroep van kinderen met overgewicht en obesitas ten opzichte van de Vlaamse referentiecurven. Jongens en meisjes met overgewicht of obesitas hebben bijna allen een tailleomtrek, WHtR en BMAI boven de + 1 SD-lijn. Opvallend is dat 5% van de jongens en 13% van de meisjes een conicity index onder 0 SDS hebben.
In totaal werd bij 28 kinderen het metabool syndroom vastgesteld worden. Hiervan hadden er 24 (86%) een tailleomtrek > + 2 SDS, 26 (93%) een WHtR > + 2 SDS, 27 (96%) een BMAI > + 2 SDS en 26 (93%) een BMI > + 2 SDS. Slechts 8 (29%) van de 28 kinderen met metabool syndroom hadden een CI > + 2 SDS.



Figuur 7. Situering van groep patiënten met overgewicht of obesitas. De ingekleurde bolletjes geven patiënten met diagnose metabool syndroom weer (vervolgd op volgende pagina).



Figuur 7. Situering van groep patiënten met overgewicht of obesitas. De ingekleurde bolletjes geven patiënten met diagnose metabool syndroom weer (vervolg van vorige pagina).

5.3. Predictieve waarde en afkapwaarden van de antropometrische parameters voor de predictie van het metabool syndroom en zijn componenten in de patiëntenpopulatie

5.3.1 BMI z-score, tailleomtrek z-score, WHtR z-score, CI z-score en BMAI z-score

Voor het criterium metabool syndroom en de verschillende componenten ervan werden ROC-curven voor de z-scores van de bestudeerde antropometrische parameters gegenereerd. In de volgende tabellen wordt telkens de AUC (Area Under the Curve) weergegeven.

Criterium metabool syndroom

Voor predictie van het metabool syndroom heeft WHtR z-score de hoogste AUC (0.75) en heeft conicity index z-score de laagste AUC (0.67).

Tabel 18. ROC-analyse voor het criterium metabool syndroom

Parameter	AUC (95% betrouwbaarheidsinterval)
BMI z-score	0.70 (0.59 – 0.80)
Tailleomtrek z-score	0.74 (0.65 – 0.84)
WHtR z-score	0.75 (0.65 – 0.84)
Conicity Index z-score	0.67 (0.65 – 0.78)
BMAI z-score	0.72 (0.68 – 0.83)

Criterium hypertriglyceridemie

Geen enkele bestudeerde antropometrische parameter behaalt een AUC > 0.70 in de voorspelling van hypertriglyceridemie. De WHtR z-score haalt wel de hoogste AUC (0.65). BMI z-score en BMAI z-score hebben de laagste AUC (0.53 en 0.56).

Tabel 19. ROC-analyse voor criterium triglyceriden

Parameter	AUC (95% betrouwbaarheidsinterval)
BMI z-score	0.53 (0.42 – 0.64)
Tailleomtrek z-score	0.61 (0.51 – 0.71)
WHtR z-score	0.65 (0.54 – 0.76)
Conicity Index z-score	0.64 (0.54 – 0.74)
BMAI z-score	0.56 (0.46 – 0.67)

Criterium verlaagd HDL cholesterol

Alle parameters voor abdominale vetmassa hebben een gelijkaardige AUC (0.63-0.69).

Tabel 20. ROC-analyse voor criterium HDL

Parameter	AUC (95% betrouwbaarheidsinterval)
BMI z-score	0.65 (0.57 – 0.73)
Tailleomtrek z-score	0.67 (0.59 – 0.75)
WHtR z-score	0.69 (0.61 – 0.77)
Conicity Index z-score	0.63 (0.55 – 0.72)
BMAI z-score	0.66 (0.58 – 0.74)

Criterium arteriële hypertensie

De AUC is voor het criterium arteriële hypertensie het hoogst voor tailleomtrek z-score (0.75), BMI z-score (0.77) en BMAI z-score (0.77).

Tabel 21. ROC-analyse voor criterium bloeddruk

Parameter	AUC (95% betrouwbaarheidsinterval)
BMI z-score	0.77 (0.70 – 0.85)
Tailleomtrek z-score	0.75 (0.66 – 0.84)
WHtR z-score	0.69 (0.60 – 0.78)
Conicity Index z-score	0.61 (0.50 – 0.73)
BMAI z-score	0.77 (0.69 – 0.84)

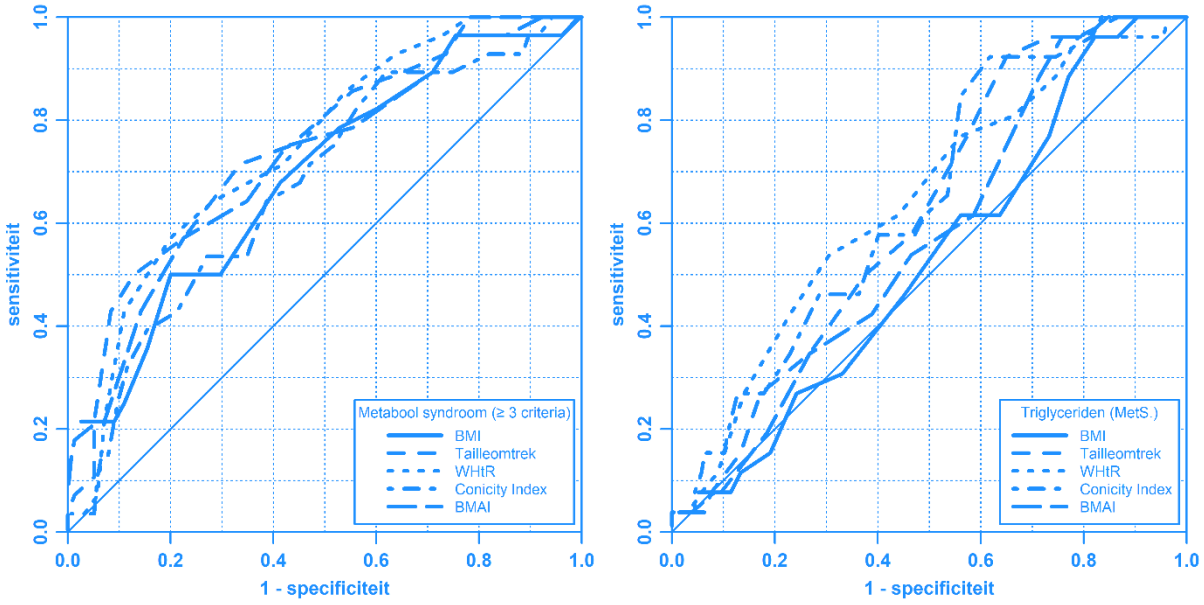
Criterium verhoogde nuchtere glycemie

De AUC voor de predictie van een verhoogde nuchtere glycemie is het hoogst voor tailleomtrek z-score (0.67), BMI z-score (0.68) en BMAI z-score (0.68). De betrouwbaarheidsintervallen zijn wel erg groot voor alle parameters.

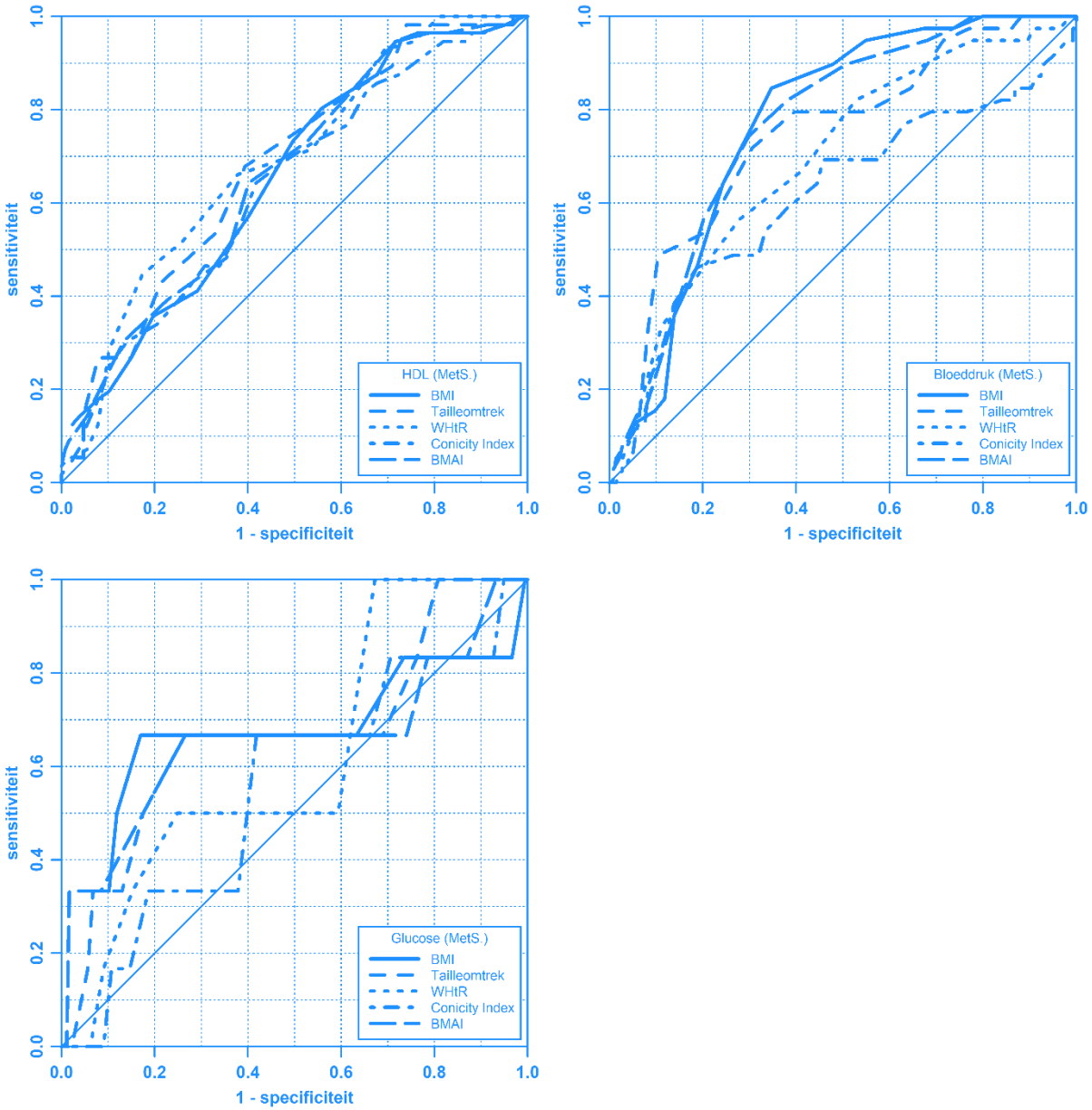
Tabel 22. ROC-analyse voor criterium verhoogde nuchtere glycemie

Parameter	AUC (95% betrouwbaarheidsinterval)
BMI z-score	0.68 (0.34 – 1.00)
Tailleomtrek z-score	0.67 (0.41 – 0.92)
WHtR z-score	0.61 (0.38 – 0.84)
Conicity Index z-score	0.55 (0.28 – 0.81)
BMAI z-score	0.68 (0.36 – 0.99)

Figuur 8 toont de ROC-curven voor BMI z-score, tailleomtrek z-score, WHtR z-score, CI z-score en BMAI z-score als predictoren van (de componenten van) het metabool syndroom. Meer gedetailleerde ROC-curven met aanduiding van de afkapwaarden van deze parameters bij het voorspellen van het metabool syndroom zijn toegevoegd als bijlage (bijlage III).



Figuur 8. ROC-curven voor de BMI z-score, tailleomtrek z-score, WHtR z-score, CI z-score en BMAI z-score als predictoren van het metabool syndroom en zijn componenten (vervolgd op volgende pagina)



Figuur 8. ROC-curven voor de BMI z-score, tailleomtrek z-score, WHtR z-score, CI z-score en BMAI z-score als predictoren van het metabool syndroom en zijn componenten (vervolg van vorige pagina)

5.3.2 WHtR en CI (absolute waarden)

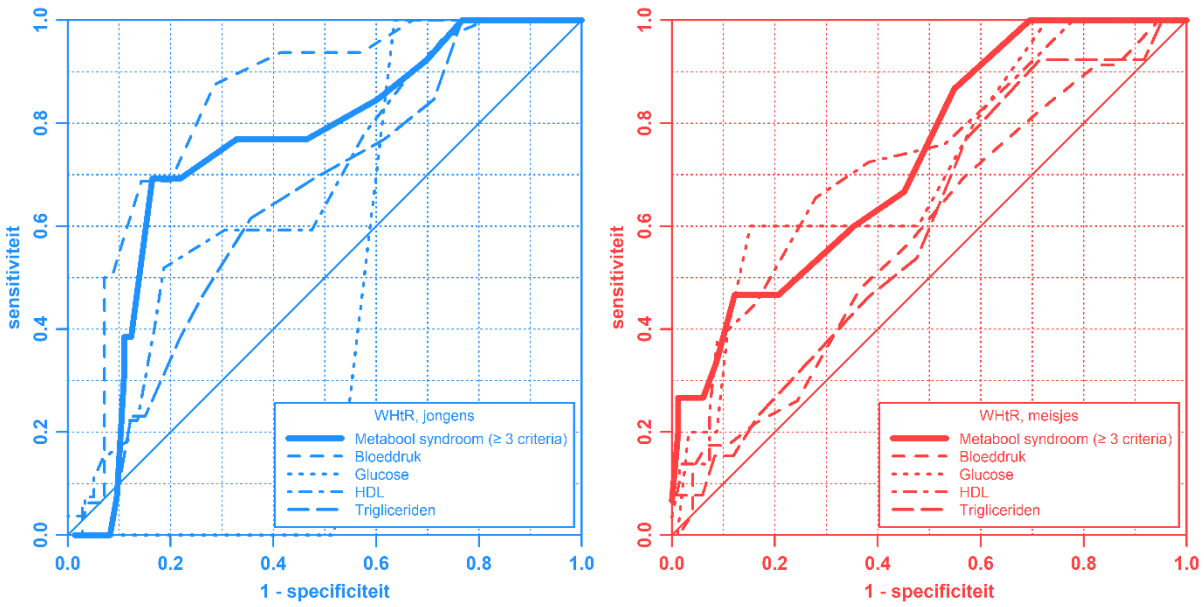
In de volgende tabellen worden de predictieve waarde van de WHtR (absolute waarde) bij jongens en meisjes en de conicity index (absolute waarde) bij jongens weergeven.

WHtR (absolute waarde)

De WHtR heeft bij jongens een hoge AUC-waarde in de predictie van arteriële hypertensie (0.83). Bij meisjes is een hogere WHtR het meest voorspellend voor het metabool syndroom, verlaagd HDL cholesterol en verhoogde glycemie.

Tabel 23. ROC-analyse voor WHtR (absolute waarden) bij jongens en meisjes

WHtR (absolute waarde)	AUC (95% betrouwbaarheidsinterval)	
	Jongens	Meisjes
Metabool syndroom	0.75 (0.60 – 0.90)	0.73 (0.60 – 0.87)
Hypertriglyceridemie	0.64 (0.48 – 0.80)	0.60 (0.44 – 0.76)
Verlaagd HDL cholesterol	0.68 (0.56 – 0.80)	0.73 (0.62 – 0.84)
Verhoogde bloeddruk	0.83 (0.74 – 0.93)	0.59 (0.46 – 0.72)
Verhoogde nuchtere glucose	NB	0.72 (0.47 – 0.98)



Figuur 9. ROC-curven voor WHtR (absolute waarde) als predictor van het metabool syndroom en de componenten

Conicity index (absolute waarde)

Voor de absolute conicity index bij jongens werden lage AUC-waarden teruggevonden. Enkel voor de predictie van een verhoogde bloeddruk wordt een AUC van 0.70 behaald.

Tabel 24. ROC-analyse voor conicity index (absolute waarden) als predictor van het metabool syndroom bij jongens

CI (absolute waarde)	AUC (95% betrouwbaarheidsinterval)
Metabool syndroom	0.68 (0.54 – 0.81)
Hypertriglyceridemie	0.68 (0.53 – 0.82)
Verlaagd HDL cholesterol	0.63 (0.51 – 0.75)
Verhoogde bloeddruk	0.70 (0.54 – 0.86)
Verhoogde nuchtere glucose	NB

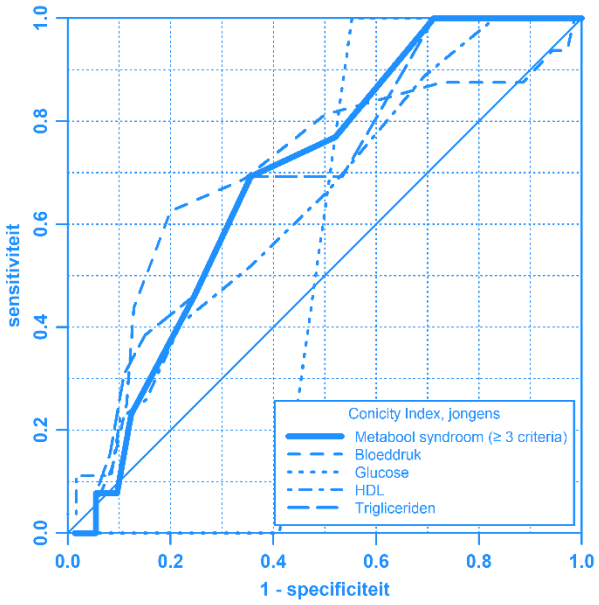


Fig 10. ROC-curven voor conicity index (absolute waarde) als predictor van metabool syndroom en de componenten bij jongens

6. Discussie

In dit onderzoek werden referentiewaarden voor tailleomtrek, taille-lengteratio, conicity index en body mass abdominal index bepaald voor Vlaamse kinderen en adolescenten aan de hand van meetgegevens van de Vlaamse Groeistudie 2004.

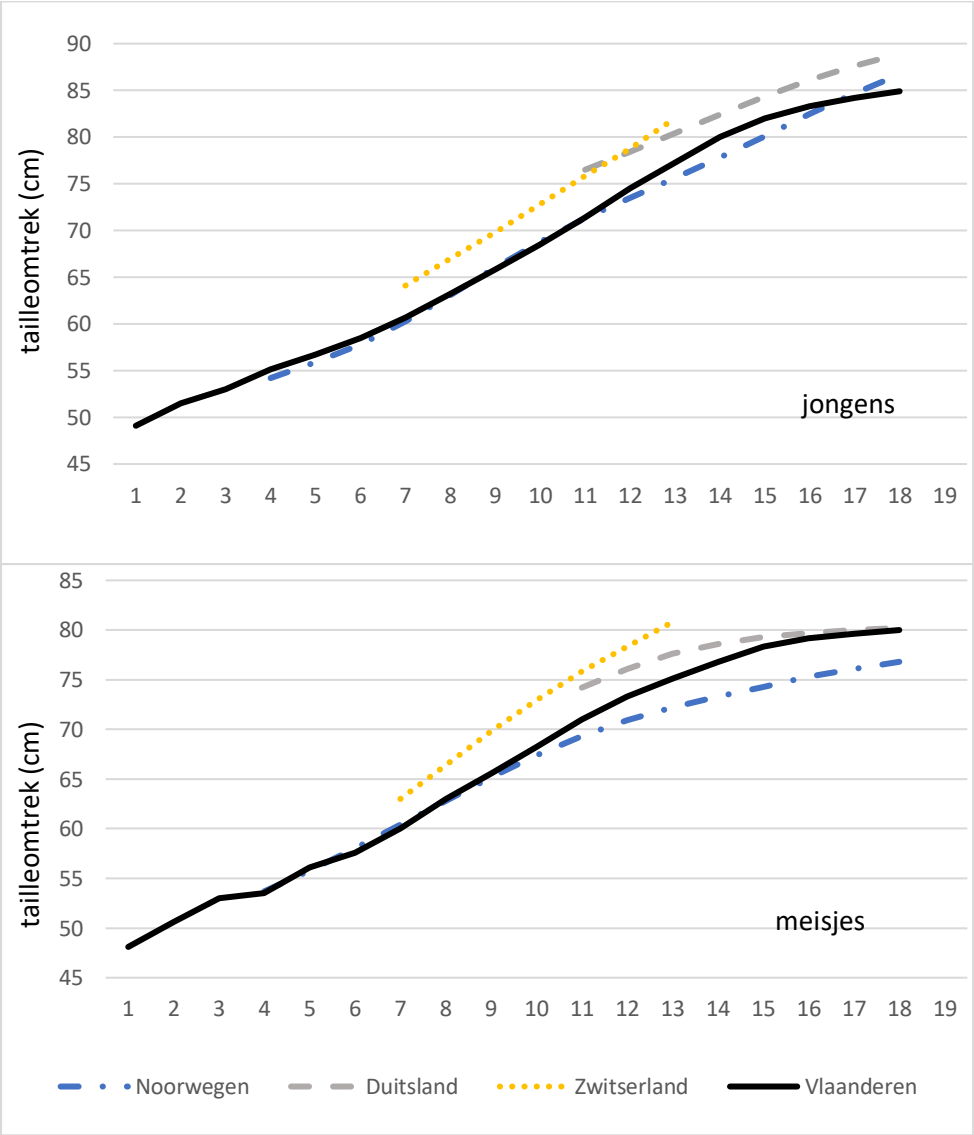
Er konden manifeste verschillen tussen het verloop van deze verschillende antropometrische parameters tijdens de kinderjaren worden vastgesteld. De tailleomtrek bij Vlaamse kinderen en adolescenten neemt, zoals voorheen vastgesteld in andere Europese studies, vanaf de geboorte toe met de leeftijd en is op elke leeftijd bij jongens groter dan bij meisjes. Voor de taille-lengteratio werd tot de leeftijd van ca. 10 jaar een daling gezien met daarna een stabiele waarde, met uitzondering van de + 2 SD-lijn. In overeenstemming met de andere studies, is er geen belangrijk verschil in WHtR tussen jongens en meisjes. De conicity index is bij jongens onafhankelijk van de leeftijd en daalt lichtjes bij de meisjes.

Zoals verwacht op basis van gekende verschillen in gewicht en gestalte tussen Europese landen, werden ook manifeste verschillen gevonden voor de waarden van de antropometrische parameters voor abdominale vetmassa in vergelijking met andere Europese referentiecurven.

Bij de vergelijking van de referenties voor tailleomtrek op 10, 13 en 17 jaar met deze uit Zwitserland (12), Frankrijk (16), Polen (11), Duitsland (11,15), Bulgarije (13) en Noorwegen (9), komt naar voor dat 10- en 17-jarige Vlaamse jongens een lagere mediane tailleomtrek hebben dan jongens uit andere Europese landen. De mediane tailleomtrek van Vlaamse kinderen sluit het dichtst aan bij die van hun Noorse leeftijdsgenoten. Alleen op 13-jarige leeftijd is de mediane tailleomtrek bij Noorse jongens kleiner dan bij Vlaamse jongens. Ook 10- en 13-jarige Vlaamse meisjes hebben, weeral op hun Noorse leeftijdsgenoten na, de kleinste mediane tailleomtrek in Europa. De mediane tailleomtrek van 17-jarige meisjes ligt meer in het midden van andere Europese referenties en leunt het dichtst aan bij die van Franse en Poolse leeftijdsgenoten. De geobserveerde verschillen tussen deze landen kunnen door verschillen in gestalte en mate van adipositas verklaard worden. De verschillen in gestalte worden in grote mate door de taille-lengteratio weggewerkt.

Figuur 11 toont de ligging van de + 1.3 SD referentiecurve voor tailleomtrek bij Vlaamse jongens en meisjes in vergelijking met deze van kinderen uit Noorwegen, Duitsland en Zwitserland.

De + 1.3 SD curve verschilt bij Vlaamse jongens weinig met die van Noorse jongens van 4 tot 18 jaar maar bij Vlaamse meisjes ligt de + 1.3 SD curve vanaf 9 jaar hoger dan bij Noorse meisjes.



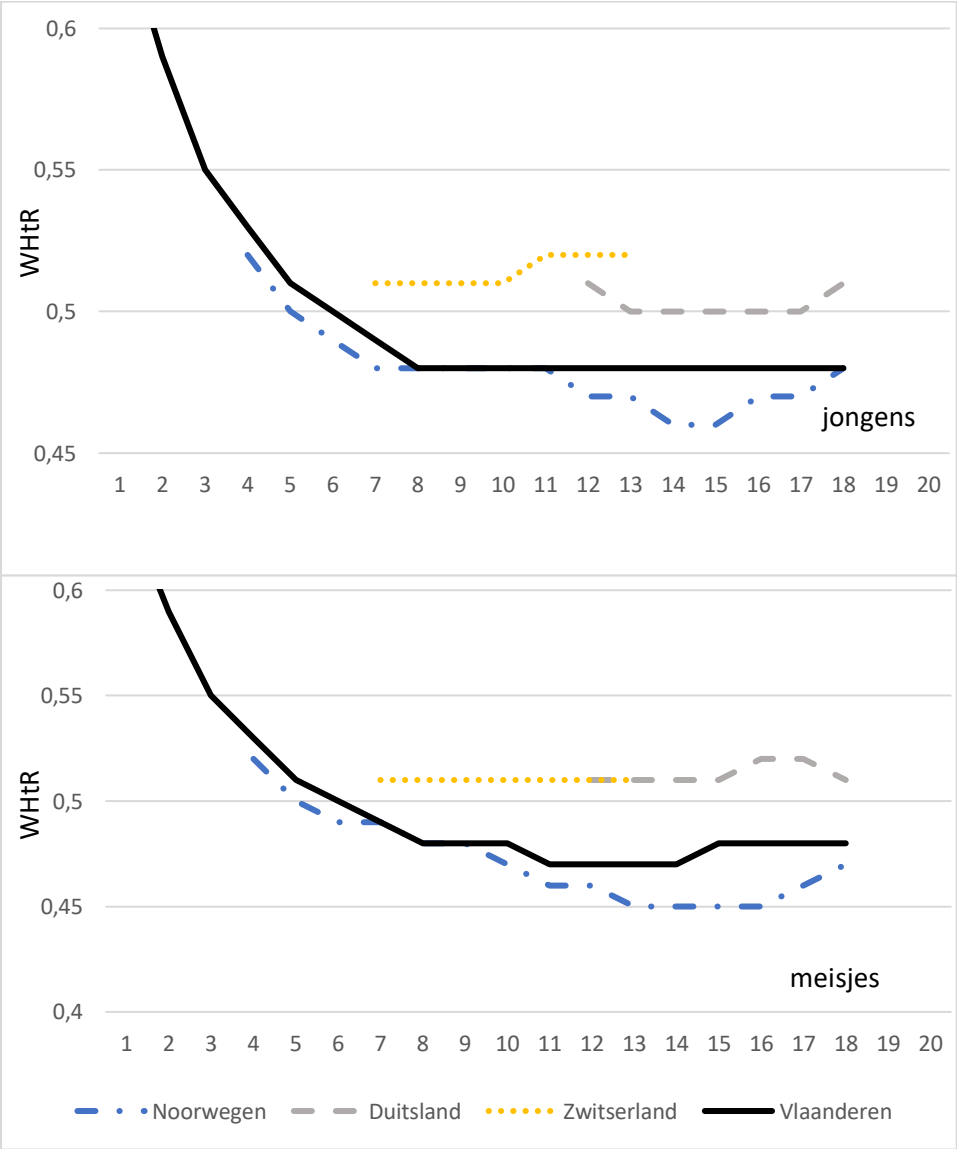
Figuur 11. + 1.3 SD-waarden voor tailleomtrek bij kinderen uit Vlaanderen, Noorwegen, Duitsland en Zwitserland

De mediane WHtR bij Vlaamse kinderen werd vergeleken met referenties uit Zwitserland (12), Polen (11,20) , Duitsland (11,14) en Noorwegen (9).

De mediane WHtR van Vlaamse 10-jarige jongens is samen met deze van Noorse 10-jarigen de laagste in Europa, terwijl 17-jarige Vlaamse jongens zelfs de laagste mediane WHtR hebben in vergelijking met leeftijdsgenoten uit alle onderzochte Europese landen.

Ook hebben 10-jarige en 13-jarige Vlaamse meisjes op Noorse meisjes na de laagste mediane WHtR en hebben 17-jarige meisjes samen met hun Noorse leeftijdsgenoten de laagste WHtR.

Figuur 12 geeft de ligging van de + 1.3 SD-waarden voor WHtR bij Vlaamse jongens en meisjes in vergelijking met deze van kinderen uit Noorwegen, Duitsland en Zwitserland weer. Ook bij deze meer afwijkende waarden blijft de WHtR hoger bij Duitse en Zwitserse kinderen en zijn de waarden bij Noorse kinderen kleiner dan of gelijk aan deze van hun Vlaamse leeftijdsgenoten.



Figuur 12: + 1.3 SD-waarden voor WHtR bij kinderen uit Vlaanderen, Noorwegen, Duitsland en Zwitserland

In onze studie hadden alle kinderen met overgewicht of obesitas (gedefinieerd als een BMI > + 1.3 SDS) een tailleomtrek, taille-lengteratio, of een body mass abdominal index boven + 1 SDS. Dit gegeven suggereert dat deze parameters (maar niet de conicity index) ook als parameters voor een verhoogd totaal lichaamsvet kunnen gebruikt worden, althans bij kinderen ouder dan 10 jaar. In een Spaanse studie bij adolescente jongens (39) bleek de tailleomtrek een predictor van de totale vetmassa, gemeten door onderwaterweging, te zijn. In een Zweedse studie (40) bleken de tailleomtrek en BMI bij 17-jarigen vergelijkbare predictoren te zijn van de vetmassa bepaald met pletysmografie. In een recente Braziliaanse studie (41) waar de tailleomtrek, de taille-lengteratio en de conicity index werden bestudeerd, bleken de tailleomtrek en taille-lengteratio (maar niet de conicity index) en de BMI een vergelijkbare predictiewaarde voor een verhoogd lichaamsvetgehalte gebaseerd op huidplooidiktemeting te hebben.

De sterkere associatie met cardio-metabole afwijkingen (dyslipidemie, hypertensie, hyperglycemie), geclassificeerd als het metabool syndroom, werd vooral als de grote meerwaarde van de tailleomtrek en afgeleiden beschouwd, zowel bij kinderen met een normaal gewicht als met overgewicht (42). We hebben daarom de voorspellende waarde van de verschillende parameters voor centrale adipositas naar het voorkomen van metabool syndroom en zijn componenten onderzocht in een klinische Vlaamse populatie van kinderen en adolescenten met overgewicht of obesitas door middel van ROC-analyse.

De WHtR z-score, WHtR absolute waarde en tailleomtrek z-score bleken de grootste voorspellende waarde te hebben voor screening naar metabool syndroom in de bestudeerde populatie van kinderen met overgewicht of obesitas. De AUC's situeerden zich tussen 0.73 en 0.75, doch met brede betrouwbaarheidsintervallen en niet bijzonder veel verschillend van de andere parameters. Een optimale afkapwaarde kon niet worden vastgesteld aangezien voor elke mogelijke afkapwaarde ofwel de specificiteit ofwel de sensitiviteit niet aanvaardbaar was. Ook wanneer gekeken wordt naar de predictie van de verschillende metabole componenten, haalde geen van de onderzochte parameters bij zowel jongens als meisjes een AUC ≥ 0.80.
Een andere opvallende bevinding was dat de BMI z-score en BMAI z-score bij screening naar de verschillende componenten van het metabool syndroom telkens een zeer gelijkaardige AUC haalden, ondanks het feit dat BMAI bijkomend rekening houdt met de tailleomtrek.
In de bestudeerde populatie patiënten was het opvallend dat meisjes vaker obesitas hadden dan jongens maar de prevalentie van metabool syndroom (15 %) was wel vergelijkbaar. Een laag HDL cholesterol was de meest voorkomende component van metabool syndroom (31% van de patiënten). Hyperglycemie kwam slechts bij 3% voor. Dit is een trend die ook in

andere studies gezien wordt. In een studie bij Portugese kinderen met overgewicht en obesitas (24), kwam hyperglycemie eveneens bij maar 2,5% van de patiënten voor en waren een laag HDL cholesterol (17,3%) en arteriële hypertensie (19,4%) de meest voorkomende afwijkingen.

In de literatuur stellen verscheidene onderzoekers dat tailleomtrek of taille-lengteratio bij obese kinderen een zeer sterke correlatie met het metabool syndroom vertonen. Nambiar et al. (33) toonden met logistische regressie aan dat WHtR bij obese kinderen een betere predictor van het metabool syndroom is dan tailleomtrek z-score en BMI z-score.

In een meta-analyse door Lo et al. (31) waar enkel studies die gebruik maakten van ROC-analyse werden opgenomen, werd besloten dat tailleomtrek en WHtR aanvaardbare screeningsmethoden zijn voor het metabool syndroom met een gemiddelde AUC van respectievelijk 0.87 en 0.81. Niet alle geïncludeerde studies in deze meta-analyse gebruikten echter de IDF-definitie van metabool syndroom. In de studies die wel de IDF-criteria hanteerden en een AUC >0.7 aantoonden, bestond de onderzochte populatie in hoofdzaak uit gezonde kinderen, waarvan maar een minderheid overgewicht had. Dit is een belangrijk verschil met onze studie.
In de studies beschreven door Lo et al. was er, net zoals in deze studie, slechts een beperkt verschil tussen de AUC voor tailleomtrek, WHtR en BMI als predictor van metabool syndroom.

In onze studie konden geen grenswaarden voor de tailleomtrek en taille-lengteratio vooropgesteld worden op basis van hun discriminerend vermogen naar het bestaan van metabool syndroom bij kinderen met overgewicht of obesitas. De grenzen voor obesitas bij Vlaamse kinderen werden bepaald door de SD-lijnen overeenkomstig met de BMI-afkapwaarde op volwassen leeftijd te berekenen. We kunnen deze methode ook toepassen voor de bepaling van de afkapwaarden voor tailleomtrek, waar de grens van een te hoge tailleomtrek volgens de IDF-criteria op 80 cm bij vrouwen en 94 cm bij mannen ligt. In de populatie Vlaamse kinderen komt dit overeen met + 1.3 SDS (p90) bij meisjes en + 2.0 SDS (p98) bij jongens.
Volgens de IDF-criteria is een tailleomtrek ≥ + 1.3 SDS een noodzakelijk criterium voor de diagnose van metabool syndroom bij kinderen. We zien dat de grens van ≥ + 1.3 SDS voor Vlaamse meisjes overeenkomt met de grenswaarde op volwassen leeftijd maar dat dit niet geval is bij Vlaamse jongens. Wanneer we de grenswaarden voor volwassenen extrapoleren, ligt de grens bij jongens dus hoger dan de door IDF voorgestelde afkapwaarde van + 1.3 SDS. Indien we + 2 SDS i.p.v. + 1.3 SDS als grens nemen voor de diagnose van het

metabool syndroom bij jongens, daalt de prevalentie in onze patiëntenpopulatie van 15 % naar 13%.

Beperkingen en sterktes in het onderzoek

Dit onderzoek levert voor de eerste maal referentiewaarden voor de tailleomtrek, taille-lengteratio, conicity index en body mass abdominal index bij Vlaamse kinderen en adolescenten. In de IDF-bepaling van het metabool syndroom kunnen dan ook nationaal gedefinieerde afkapwaarden voor de tailleomtrek worden gebruikt, zoals wordt aanbevolen.

De referentiewaarden werden opgesteld a.d.h.v. een groep Vlaamse kinderen met een Belgische origine. In de realiteit zijn er echter ook veel kinderen woonachtig in Vlaanderen die geen Belgische afkomst hebben en waarvoor de huidige referenties dus minder geschikt kunnen zijn. Dit geldt eveneens voor de lengte-, gewicht- en BMI-curven die reeds gebruikt worden en is dus geen nieuw probleem.

De gegevens voor het opstellen van de referentiewaarden werden verzameld in 2001-2004 en zijn dus reeds 15 jaar oud. Het is niet geweten of de referenties voor tailleomtrek bij kinderen ondertussen significant veranderd zijn in Vlaanderen. In het onderzoek voor het rapport Voedselconsumptiepeiling werd wel gezien dat de gemiddelde tailleomtrek bij volwassenen in 2014 groter is dan in 2004 (43).

De patiëntenpopulatie gebruikt voor het bepalen van de afkapwaarden bestaat uit kinderen en jongeren met een BMI ≥ + 1.3 SDS (p90). Dit komt niet strikt overeen met de grens voor overgewicht zoals deze bepaald werd in de Vlaamse Groeistudie. De grens voor overgewicht ligt namelijk op + 1 SDS (p84.5) voor meisjes en + 1.2 SDS (p88.8) voor jongens. Dit betekent dat de resultaten van deze studie van toepassing zijn op kinderen en jongeren met een BMI ≥ + 1.3 SDS maar niet kunnen toegepast worden op kinderen zonder overgewicht of met lichter overgewicht (BMI tussen + 1 SDS en + 1.3 SDS voor meisjes en + 1.2 SDS en + 1.3 SDS voor jongens). Dit laatste heeft echter waarschijnlijk slechts een gering effect op de resultaten.

Aanbevelingen naar de jeugdgezondheidszorg en advies voor verder onderzoek

Het nut van de (vroegtijdige) opsporing van obesitas bij kinderen ligt deels in de verwijzing voor behandeling van mogelijke aanwezige complicaties, waarvan metabole complicaties op lange termijn het meest nefast zijn. Het gebruik van een eenvoudige parameter, welke niet alleen een overmatige vetmassa maar tevens ook een verhoogd metabool risico weergeeft,

is dus nuttig, zeker indien een vaste afkapwaarde (onafhankelijk van de leeftijd en geslacht) kan gebruikt worden. Enkel de WHtR blijft tussen de leeftijden van 10 tot 20 jaar stabiel en is bovendien vergelijkbaar tussen de geslachten.
Hoewel de WHtR een betere voorspeller van het metabool syndroom bleek te zijn dan BMI z-score, kunnen we deze parameter niet aanbevelen om binnen een CLB-setting te gebruiken als doorverwijscriterium aangezien er geen geschikte afkapwaarden gevonden werden.
Verder onderzoek naar de mate van reproduceerbaarheid en accuraatheid van de WHtR in de voorspelling van de totale en abdominale vetmassa is aan te bevelen.

7. Conclusie

De eerste doelstelling van de studie was referenties voor tailleomtrek en afgeleiden van de tailleomtrek, namelijk taille-lengteratio (WHtR), conicity index (CI) en body mass abdominal index (BMAI) op te stellen voor Vlaamse kinderen en jongeren van 0 tot 20 jaar.

Meisjes hebben op elke leeftijd een kleinere mediane tailleomtrek dan jongens. De tailleomtrek neemt toe met de leeftijd. Vanaf ongeveer 15 jaar begint deze toename trager te verlopen. Tussen 5 en 10 jaar (bij jongens wat later dan bij meisjes) stijgt de + 2 SD-curve opvallend sneller dan de lagere SD-curven.

De WHtR neemt bij jongens en meisjes de eerste levensjaren snel af en is quasi stabiel na 10 jaar. Enkel de + 2 SD-curve stijgt weer tijdens de puberteit. Er is geen duidelijk verschil tussen jongens en meisjes.

De conicity index blijft bij jongens gedurende de hele kindertijd stabiel met een waarde rond 1.13. De mediane CI is op 2-jarige leeftijd gelijk voor jongens en meisjes. Bij meisjes wordt echter een afname met de leeftijd gezien, waardoor de conicity index op latere leeftijd bij meisjes lager is dan bij jongens.

Er is geen duidelijk verschil tussen de mediane BMAI bij jongens en meisjes. De BMAI is tot 7 jaar stabiel en begint dan toe te nemen met de leeftijd. Deze stijging is het meest uitgesproken voor de + 2 SD-curven.

Naast het opstellen van referentiewaarden en -curven, werd tevens de predictieve waarde van deze parameters voor het bestaan van het metabool syndroom in een populatie kinderen met overgewicht en obesitas onderzocht en werd nagegaan welke afkapwaarden geschikt zijn bij screening naar het metabool syndroom.

Voor screening naar het metabool syndroom halen volgende parameters een AUC > 0.70: tailleomtrek z-score (AUC 0.74), WHtR z-score (AUC 0.75), BMAI z-score (AUC 0.72) en WHtR (AUC 0.75 bij jongens en 0.73 bij meisjes). Deze AUC-waarden zijn vergelijkbaar met de AUC van 0.70 voor BMI z-score, welke het grote voordeel heeft dat er geen extra metingen of berekeningen moeten gedaan worden. Voor screening naar de afzonderlijke componenten van het metabool syndroom, worden voor alle parameters gelijkaardige of lagere AUC's gezien.
Er is voor geen enkele van de parameters een afkapwaarde die geschikt is als bijkomend verwijscriterium omdat voor elke mogelijke waarde ofwel de specificiteit ofwel de sensitiviteit (of beiden) niet aanvaardbaar zijn.

Wanneer de grenswaarden voor tailleomtrek die volgens IDF bij volwassenen wijzen op een verhoogd metabool risico geëxtrapoleerd worden, komt dit overeen met een tailleomtrek ≥ + 1.3 SDS voor meisjes en ≥ + 2 SDS voor jongens.

8. Samenvatting

Kadering:
Er bestaan verschillende parameters die een inschatting geven van de abdominale vetmassa en/of het risico op metabole gevolgen, namelijk tailleomtrek, taille-lengteratio (WHtR), conicity index (CI) en body mass abdominal index (BMAI). Voor deze parameters werden nog geen referentiewaarden voor Vlaamse kinderen gepubliceerd. Ook werd nog niet onderzocht welke van deze parameters de beste inschatting levert van het risico op het bestaan van het metabool syndroom, zoals gedefinieerd volgens de IDF-criteria.

Onderzoeksdoel:
Het doel van dit onderzoek was enerzijds het bepalen van referentiewaarden voor tailleomtrek, WHtR, conicity index en BMAI bij Vlaamse kinderen van 0 tot 20 jaar. Anderzijds werd ook nagegaan of deze parameters gebruikt kunnen worden als predictor van het metabool syndroom bij kinderen met overgewicht en obesitas en werd gezocht naar de eventuele optimale afkapwaarden om als verwijscriterium binnen een CLB-setting te kunnen gebruiken.

Methode:
Voor het opstellen van de Vlaamse referentiecurven werden gestalte-, gewicht- en tailleomtrekmetingen bij een groep van 14 954 kinderen en jongeren gebruikt. Deze groeigegevens werden in 2001-2004 verzameld voor de Vlaamse Groeistudie. De referentiecurven werden gemaakt a.d.h.v. de LMS-methode.
De predictieve waarde en potentiële afkapwaarden van tailleomtrek, WHtR, conicity index en BMAI werd a.d.h.v. ROC-analyse onderzocht in een groep van 183 10- tot 16-jarigen die zich in de periode 2013-2017 in het UZ Brussel aanmeldden voor de behandeling van overgewicht of obesitas.

Resultaten:
De tailleomtrek is bij Vlaamse jongens groter dan bij meisjes en neemt bij beide geslachten toe met de leeftijd. Er is evenwel geen belangrijk verschil in WHtR tussen jongens en meisjes. De WHtR neemt de eerste levensjaren sterk af maar blijft vanaf 10 jaar stabiel. De conicity index daarentegen blijft bij jongens stabiel met de leeftijd maar bij meisjes wordt een afname gezien. De BMAI begint bij jongens en meisjes tussen 5 en 10 jaar toe te nemen en blijft vervolgens stijgen.
Tailleomtrek z-score, WHtR z-score en WHtR (absolute waarde) hebben de hoogste predictieve waarde (AUC tussen 0.73 en 0.75) voor de screening naar metabool syndroom.

Er waren voor geen van de parameters van abdominale vetmassa afkapwaarden definieerbaar met een aanvaardbare sensitiviteit en specificiteit voor de screening naar het metabool syndroom binnen een CLB-setting.
Door extrapolatie van de volwassen grenswaarden voor tailleomtrek (nl. 94 cm bij mannen en 80 cm bij vrouwen) op 18 jaar, kan een afkapwaarde van + 1,3 SDS voor meisjes en + 2 SDS voor jongens gehanteerd worden in Vlaanderen.

Conclusie:
Referentiewaarden voor tailleomtrek, WHtR, conicity index en BMAI werden ontwikkeld voor Vlaamse kinderen van 0 tot 20 jaar. Vlaamse kinderen hebben, in vergelijking met referenties uit andere Europese landen, een relatief kleine tailleomtrek.
De onderzochte z-scores van de parameters voor abdominale vetmassa hebben een predictieve waarde die weinig verschilt van de BMI z-score voor het voorspellen van het metabool syndroom bij Vlaamse kinderen en adolescenten met overgewicht of obesitas.
Binnen de CLB-setting is er geen meerwaarde van het gebruik van een parameter van abdominale vetmassa voor verwijzing van adolescenten met overgewicht.

9. Literatuurlijst

1. Roelants M, Hauspie R, Hoppenbrouwers K. GROEICURVEN 2004. Wetenschappelijk verslag. 2008.

2. Higgins P, Gower B, Hunter G, Goran M. Defining Health-Related Obesity in Prepubertal Children. Obes Res. 2001;9(4):233–40.

3. Schwandt P, Bertsch T, Haas G. Anthropometric screening for silent cardiovascular risk factors in adolescents: The PEP Family Heart Study. Atherosclerosis. 2010;211(2):667–71.

4. Friend A, Craig L, Turner S. The Prevalence of Metabolic Syndrome in Children: A Systematic Review of the Literature. Metab Syndr Relat Disord. 2013;11(2):71–80.

5. Valdez R, Seidell J, Ahn Y, Weiss K. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross population study. Int J Obes Relat Metab Disord. 1993;17:77–82.

6. Kumar P. A Hypothetical Index for Adiposity “Body Mass Abdominal Index”- That will predict Cardiovascular disease risk factors in Children. Internet J Ped Neonat. 2008;11:1.

7. Virani N. Reference curves and cut-off values for anthropometric indices of adiposity of affluent Asian Indian children aged 3-18 years. Ann Hum Biol. 2011;38(2):165–74.

8. Schwandt P, Kelishadi R, Haas G-M. First reference curves of waist circumference for German children in comparison to international values: the PEP Family Heart Study. World J Pediatr. 2008;4(4):259–69.

9. Brannsether B, Roelants M, Bjerknes R, Júlíusson P. Waist circumference and waist-to-height ratio in Norwegian children 4–18 years of age: Reference values and cut-off levels. Acta Paediatr. 2011;100(12):1576–82.

10. Zimmet P, Alberti K, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents – an IDF consensus report. Pediatr Diabetes. 2007;8(5):299–306.

11. Nawarycz T, Haas G-M, Krzyaniak A, Schwandt P, Ostrowska-Nawarycz L. Waist Circumference and waist-to-height ratio Distributions in Polish and German Schoolchildren: comparative analysis. Int J Prev Med. 2013;4(7):786–96.

12. Aeberli I, Gut-Knabenhans I, Kusche-Ammann R, Molinari L, Zimmermann M. Waist circumference and waist-to-height ratio percentiles in a nationally representative sample of 6–13 year old children in Switzerland. Swiss Med Wkly. 2011;141.

13. Galcheva S, Iotova V, Yotov Y, Grozdeva K, Stratev V, Tzaneva V. Waist circumference percentile curves for Bulgarian children and adolescents aged 6-18 years. Int J Pediatr Obes. 2009;4(4):381–8.

14. Haas G, Liepold E, Schwandt P. Percentile curves for fat patterning in German adolescents. World J Pediatr. 2011;7(1):16–23.

15. Kromeyer-Hauschild K, Dortschy R, Stolzenberg H, Neuhauser H, Rosario A. Nationally representative waist circumference percentiles in German adolescents aged 11.0-18.0 years. Int J Pediatr Obes. 2011;6(2–2):129–37.

16. Mellerio H, Alberti C, Druet C, Capelier F, Mercat I, Josserand E, et al. Novel Modeling of Reference Values of Cardiovascular Risk Factors in Children Aged 7 to 20 Years. Pediatrics. 2012;129(4).

17. Nagy P, Kovacs E, Moreno L, Veidebaum T, Tornaritis M, Kourides Y, et al. Percentile reference values for anthropometric body composition indices in European children from the IDEFICS study. Int J Obes. 2014;38:S15-25.

18. Nawarycz L, Krzyzaniak A, Stawińska-Witoszyńska B, Krzywińska-Wiewiorowska M, Szilagyi-Pagowska I, Kowalska M, et al. Percentile distributions of waist circumference for 7–19-year-old Polish children and adolescents. Obes Rev. 2010;11(4):281–8.

19. Royston P, Wright E. A method for estimating age-specific reference intervals ('normal ranges') based on fractional polynomials and exponential transformation. J R Stat Soc A. 1998;161(pt 1):79–101.

20. Nawarycz T, So H, Choi K, Sung R, Li A, Nelson E, et al. Waist-to-height ratio as a measure of abdominal obesity in southern Chinese and European children and adolescents. Int J Obes (Lond). 2016;40(7):1109–18.

21. Alberti G, Zimmet P, Shaw J. The IDF consensus worldwide definition of the METABOLIC SYNDROME. 2006.

22. Ford E, Li C. Defining the metabolic syndrome in children and adolescents: will the real definition please stand up? J Pediatr. 2008;152(2):160–4.

23. Ahrens W, Moreno L, Mårild S, Molnár D, Siani A, De Henauw S, et al. Metabolic syndrome in young children: definitions and results of the IDEFICS study. Int J Obes (Lond). 2014;38(2):S4-14.

24. Braga-Tavares H, Fonseca H. Prevalence of metabolic syndrome in a Portuguese obese adolescent population according to three different definitions. Eur J Pediatr. 2010;169(8):935–40.

25. Lafortuna C, Adorni F, Agosti F, De Col A, Sievert K, Siegfried W, et al. Prevalence of the metabolic syndrome among extremely obese adolescents in Italy and Germany. Diabetes Res Clin Pr. 2010;88(1):14–21.

26. Guijarro de Armas M, Monereo Megías S, Merino Viveros M, Iglesias Bolaños P, Vega Piñero B. Prevalence of metabolic syndrome in a population of obese children and adolescents. Endocrinol Nutr. 2012;59(3):155–9.

27. Olza J, Gil-Campos M, Leis R, Bueno G, Aguilera C, Valle M, et al. Presence of the Metabolic Syndrome in Obese Children at Prepubertal Age. Ann Nutr Metab. 2011;58(4):343–50.

28. Papoutsakis C, Yannakoulia M, Ntalla I, Dedoussis G. Metabolic syndrome in a Mediterranean pediatric cohort: prevalence using International Diabetes Federation–derived criteria and associations with adiponectin and leptin. Metabolism. 2012;61(2):140–5.

29. Sangun Ö, Dündar B, Köşker M, Pirgon Ö, Dündar N. Prevalence of Metabolic Syndrome in Obese Children and Adolescents using Three Different Criteria and Evaluation of Risk Factors. J Clin Res Pediatr Endocrinol. 2011;3(2):70–6.

30. Šimunović M, Božić J, Milić L, Unić I, Škrabić V. The Prevalence of Metabolic Syndrome and Cardiovascular Risk Factors in Obese Children and Adolescents in Dalmatia: A Hospital Based Study. Int J Endocrinol. 2016;2016.

31. Lo K, Wong M, Khalechelvam P, Tam W. Waist-to-height ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic risk factors: a meta-analysis. Obes Rev. 2016;17(12):1258–75.

32. Johnson S, Kuk J, Mackenzie K, Huang T, Rosychuk R, Ball G. Metabolic risk varies according to waist circumference measurement site in overweight boys and girls. J Pediatr. 2010;256(2):247–52.

33. Nambiar S, Truby H, Davies P, Baxter K. Use of the waist-height ratio to predict metabolic syndrome in obese children and adolescents. J Paediatr Child Heal. 2013;49(4):281–7.

34. Oliveira R, Guedes D. Performance of anthropometric indicators as predictors of metabolic syndrome in Brazilian adolescents. BMC Pediatr. 2018;7(18):33.

35. Santoro N, Amato A, Grandone A, Brienza C, Savarese P, Tartaglione N, et al. Predicting Metabolic Syndrome in Obese Children and Adolescents: Look, Measure and Ask. Obes Facts. 2013;6(1):48–56.

36. Wu X, Hu C, Wan Y, Su P, Xing C, Qi X, et al. Higher waist-to-height ratio and waist circumference are predictive of metabolic syndrome and elevated serum alanine aminotransferase in adolescents and young adults in mainland China. Public Heal. 2012;126(2):135–42.

37. Andaki A, Tinôco A, Mendes E, Andaki Júnior R, Hills A, Amorim P. Anthropometry and physical activity level in the prediction of metabolic syndrome in children. Public Heal Nutr. 2014;17(10):2287–94.

38. Ferreira A, Ferreira C, Brito C, Pitanga F, Moraes C, Naves L, et al. Prediction of metabolic syndrome in children through anthropometric indicators. Arq Bras Cardiol. 2011;96(2):121–5.

39. Sarría A, Moreno L, García-Llop L, Fleta J, Morellón M, Bueno M. Body mass index, triceps skinfold and waist circumference in screening for adiposity in male children and adolescents. Acta Paediatr. 2001;90(4):387–92.

40. Neovius M, Linné Y, Rossner S. BMI, waist-circumference and waist-hip-ratio as diagnostic tests for fatness in adolescents. Int J Obes. 2005;29(2):163–9.

41. Pelegrini A, Silva D, Silva J, Grigollo L, Petroski E. Anthropometric indicators of obesity in the prediction of high body fat in adolescents. Rev Paul Pediatr. 2015;33(1):56–62.

42. Savva S, Tornaritis M, Savva M, Kourides Y, Panagi A, Silikiotou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. Int J Obes Relat Metab Disord. 2000;24(11):1453–8.

43. Lebacq T. Antropometrie (BMI, buikomtrek en buikomtrek/lengte verhouding). In: Lebacq T, Teppers E(ed) Voedselconsumptiepeiling 2014-2015 Rapport 1 WIV-ISP, Brussel, 2015.

10. Bijlagen

I. Goedkeuring Ethische Commissie: deel Vlaamse Groeistudie 2004

II. Goedkeuring Ethische Commissie: Vlaamse referentiecurven voor antropometrische parameters van de abdominale vetmassa bij kinderen

III. ROC-curven met aanduiding van de afkapwaarden voor screening naar metabool syndroom

I. Goedkeuring Ethische Commissie: deel Vlaamse Groeistudie 2004

Academisch Ziekenhuis Faculteit
Geneeskunde en Farmacie

COMMISSIE MEDISCHE ETHIEK
Tel.: (02) 477 55 84
Fax: (02) 477 55 94 e-mail :
mdrsnm@az.wb.ac.be

AAN PROF. DR. R.
HAUSPIE
Labo Antropogenetica
VUB

Uw kenmerk : 2001/112D
Ons kenmerk •

Jette, 20
december 2001

Gelieve in uw antwoord

1090 Brussel,
Laarbeeklaan 101

onze referenties te hernemen

ANTWOORDFORMULIER

Na kennis genomen te hebben van de documenten betreffende het project voor experiment bij mensen getiteld

Enquête "Vlaamse Groeicurven" : luik 2 : samenwerking met de CLB (3-18 jarigen) - (cfr: onze ref. 2000/153)

besluiten de leden van de Commissie Medische Ethiek tijdens hun vergadering van 20 december 2001 :

DAT HET VOORZIENE EXPERIMENT MAG ONDERNOMEN WORDEN.

Zij herinneren de verantwoordelijke van het experiment eraan dat dit experiment onder zijn persoonlijke verantwoordelijkheid zal worden uitgevoerd. Het gunstig advies van de Commissie betekent geenszins dat de Commissie de verantwoordelijkheid van het experiment op zich neemt. De Commissie Medische Ethiek werkt en is georganiseerd volgens de richtlijnen van GCP. De investigator dient na 6 maand een studieëvaluatie over te maken aan de Commissie. De studieresultaten dienen overgemaakt te worden aan de Commissie bij het beëindigen van de studie.

Met de meeste hoogachting,

prof. dr. A. Dupont
voorzitter

II. Goedkeuring Ethische Commissie: Vlaamse referentiecurven voor antropometrische parameters van de abdominale vetmassa bij kinderen

Universitair Ziekenhuis Brussel

VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL

COMMISSIE MEDISCHE ETHIEK (O.c. 016) PROF. DR. J. DE SCHEPPER

Reflectiegroep Biomedische Ethiek VAKGROEP GEZONDHEIDSWETENSCHAPPEN

Laarbeeklaan 1 01 VUB

090 BRUSSEL

Tel + 32 2477 55 84 Fax + 32 2 477 55 94

commissie.ethiek@uzbrussel.be

Brussel, 1 6-05-201 8

Ons Kenmerk: 2018/193

ADVIES VAN DE COMMISSIE MEDISCHE ETHIEK

Betreft:

Opstellen van referentiecurves voor de inschatting van abdominale vetmassa bij

Vlaamse kinderen

B.U.N. 143201836270

Na kennis genomen te hebben van de documenten betreffende het bovenvermelde project, besluit de Commissie Medische Ethiek tijdens haar vergadering van 16 mei 2018

dat de voorziene retrospectieve studie mag ondernomen worden.

Deze goedkeuring blijft geldig voor de duur van het project. De Commissie wenst een jaarlijks overzicht van de stand van zaken van het project te ontvangen. De studieresultaten dienen overgemaakt te worden aan de Commissie bij het beëindigen van de studie. Zij herinneren de verantwoordelijke van het experiment eraan dat dit experiment onder zijn persoonlijke verantwoordelijkheid zal worden uitgevoerd. Het gunstig advies van de Commissie betekent geenszins dat de Commissie de verantwoordelijkheid van het experiment op zich neemt. De Commissie Medische Ethiek werkt en is georganiseerd volgens de richtlijnen van ICH-GCP.

Met de meeste hoogachting,

Universitair Ziekenhuis Brussel

VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL

prof. dr. M. Deneyer, voorzitter

COMMISSIE ME-DISCHE ETHIEK (O.G. 01 6)

Reflectiegroep Biomedische Ethiek

Laarbeel(laan 101

1090 BRUSSEL

Tel + 32 2 477 55 84 Meeting date: 16-05-2018

Fax + 32 2 477 55 94 commissie.ethiek@uzbrussel.be Ons kenmerk: 2018/193

MEMBERS OF THE MEDICAL ETHICS COMMITTEE UZ BRUSSEL - VUB

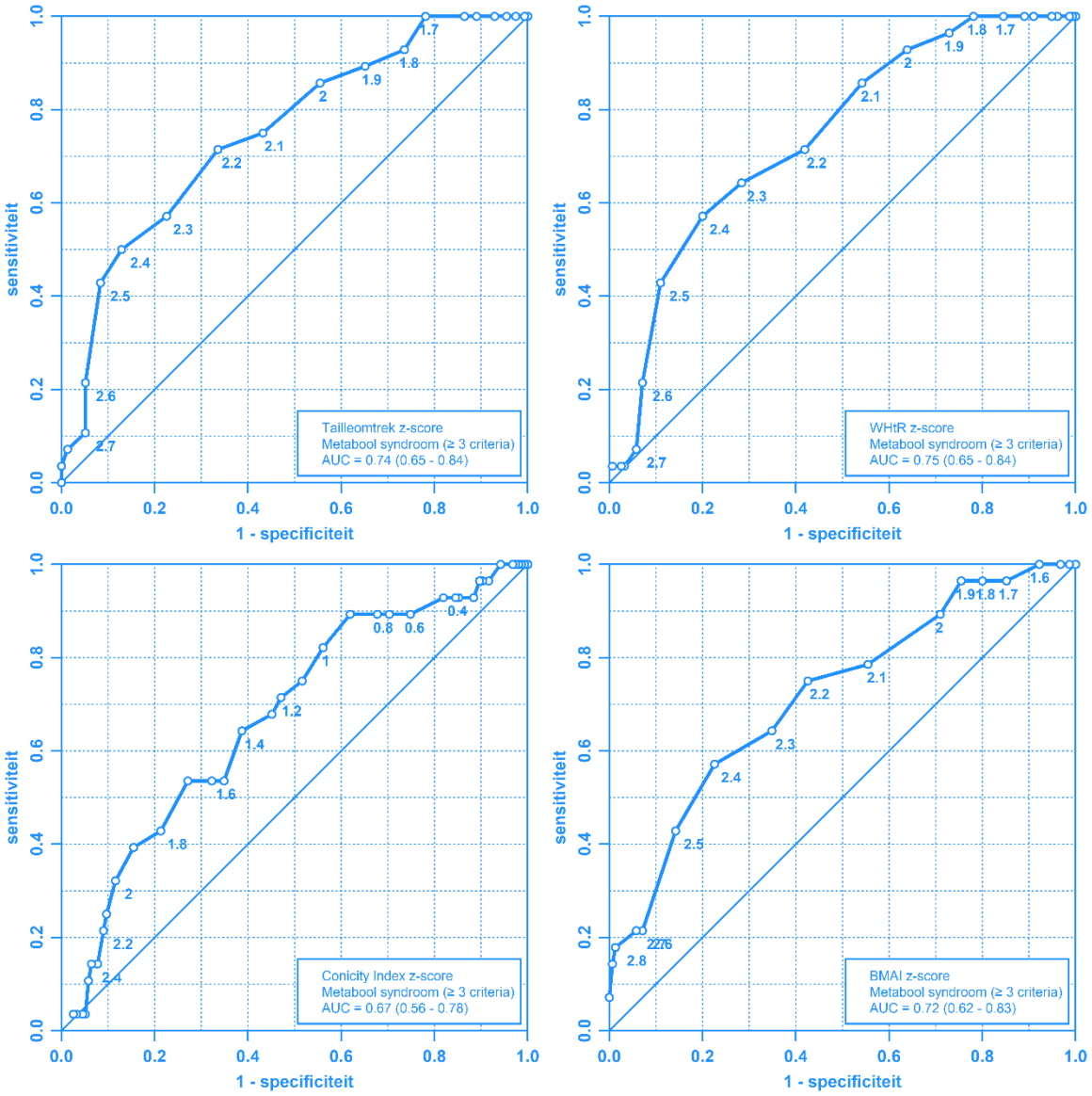
(since 28-02-2018)

Name	Function	Gender
Prof. Dr. M. Deneyer, MD, PhD	CHAIRMAN Pediatrics UZ BRUSSEL	
Prof. dr. T. Goffin, LLM, PhD	VICE- CHAIRMAN Legal Expert UZ Brussel	
Dr. Y. Adriaenssens, MD	General Practitioner Mechelen	
Dr. 1K. Beeckman, PhD	Nursing and Midwifery research group UZ BRUSSEL	
Mrs. B. Blommaert	Nurse UZ BRUSSEL	
Dr. A. Bretz, MD	Medical Oncology / Radiotherapy UZ BRUSSEL	
Prof. Dr. F. Cools, MD, PhD	Neonatology UZ BRUSSEL	
Dr. Apr. P.-J. Cortoos, PhD	Pharmacist UZ BRUSSEL	
Prof. Dr. C. de Asmundis, MD, PhD	Cardiology UZ BRUSSEL	

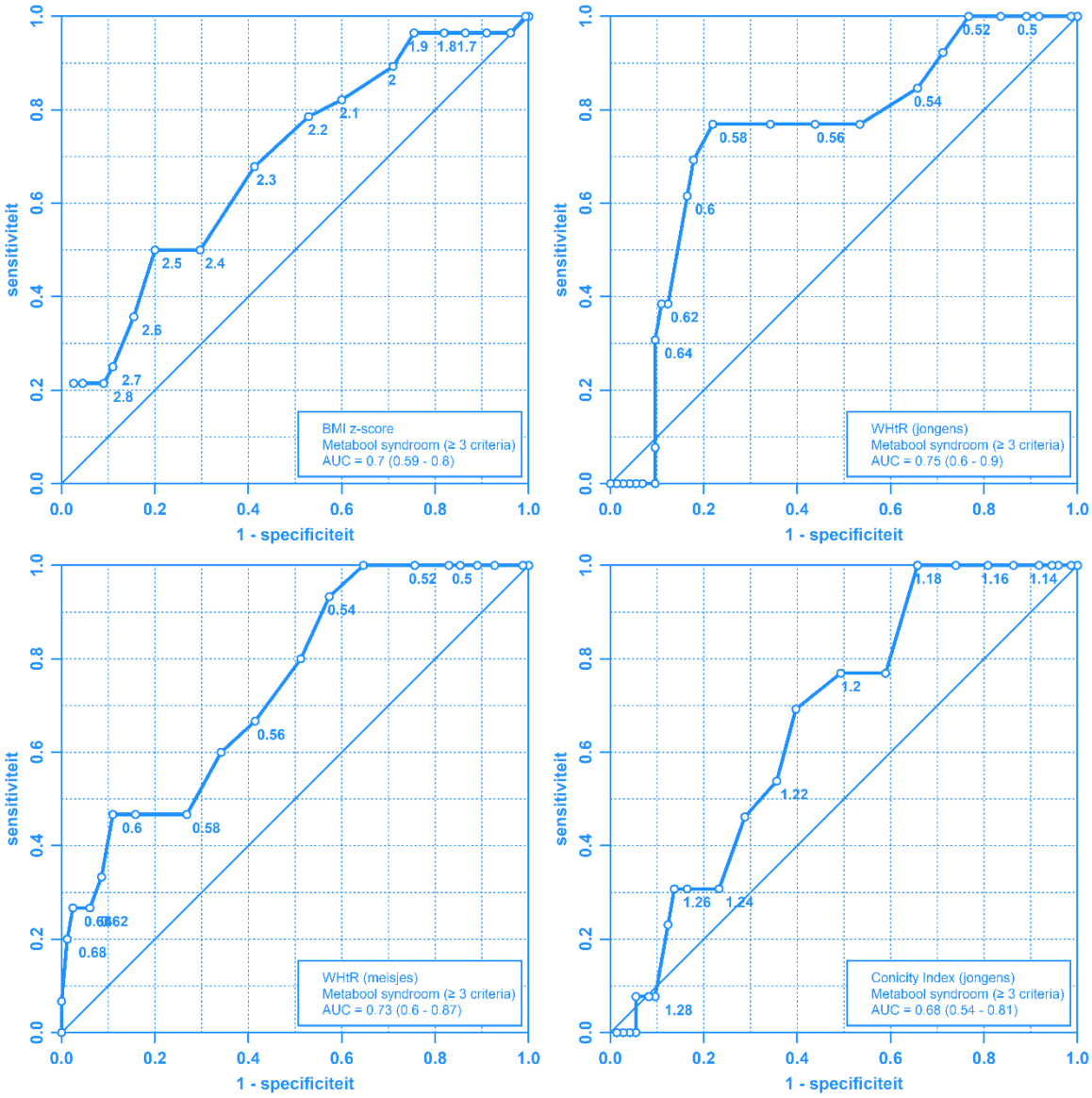
Prof. dr. P. Forget, MD, PhD	Anesthesiology UZ BRUSSEL	
Prof. Dr. l. Gies, MD, PhD	Pediatrics UZ BRUSSEL	
Prof. Dr. P. Lacor, MD	Internal Medicine UZ BRUSSEL	
Mrs. A. Lintermans	Patient representative External Member	
Prof. Dr. C. Schotte, PhD	Clinical Psychology UZ BRUSSEL	
Prof. Apr. l. Smolders, PhD	Pharmacology - Faculty of Medicine and Pharmacy VUB	
Mrs. A. Van Scharen, LLM	Legal Expert Research & Development - VUB	
Prof. Dr. l. Willekens, MD, PhD	Radiology UZ BRUSSEL	

If member of the Ethics Committee, the investigator does not participate to the vote

III. ROC-curven met aanduiding van de afkapwaarden voor screening naar metabool syndroom



(vervolgd op volgende pagina)


sensitiviteit
1 - specificiteit
BMI z-score
Metabool syndroom (≥ 3 criteria)
AUC = 0.7 (0.59 - 0.8)
WHtR (jongens)
Metabool syndroom (≥ 3 criteria)
AUC = 0.75 (0.6 - 0.9)
WHtR (meisjes)
Metabool syndroom (≥ 3 criteria)
AUC = 0.73 (0.6 - 0.87)
Conicity Index (jongens)
Metabool syndroom (≥ 3 criteria)
AUC = 0.68 (0.54 - 0.81)