

Fit kids, healthy kids ?! : associations between overweight, insulin resistance and physical fitness in Dutch adolescents

Citation for published version (APA):

Slinger, J. D. (2008). *Fit kids, healthy kids ?! : associations between overweight, insulin resistance and physical fitness in Dutch adolescents*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Universitaire Pers Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.20080125js>

Document status and date:

Published: 01/01/2008

DOI:

[10.26481/dis.20080125js](https://doi.org/10.26481/dis.20080125js)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

SUMMARY

The prevalence of overweight and obesity has been increasing worldwide both in adults as well as in youth, and this trend is expected to continue in the future. One of the most prominent health consequences of overweight is the development of insulin resistance, which may proceed into full-blown type 2 Diabetes Mellitus (type 2 DM). The increased prevalence of overweight and insulin resistance in youth is suggested to be, at least partly, caused by a decreased physical activity and/or fitness level nowadays. To be able to develop effective prevention programs for this group it is important to have in depth knowledge about physical fitness and its associations with body composition and insulin resistance in the Dutch youth population. Therefore, the general aim of the current thesis was to investigate possible associations between body composition (fat mass and fat free mass), aerobic fitness and insulin resistance in Dutch adolescents living in the province of Limburg.

For that purpose, in the second Chapter of the current thesis, we studied possible associations between body composition, aerobic test performance and insulin resistance (measured by means of homeostatic model assessment for insulin resistance: HOMA-IR) in a group of children who were on average 7 years old. The results showed that leptin (a hormone produced by fat tissue) appears to be an important factor associated with insulin resistance, whereas the influence of a positive family history on insulin resistance showed, unexpectedly, only as a trend at this young age. Furthermore, we suggest that physical activity, and to a lesser extent physical fitness, may have an indirect protective role in the development of insulin resistance in young children by modulating body composition and leptin synthesis. Such an indirect role has also been suggested in the same group at the age of 13 as described in Chapter 3. The difference in results between both age groups was that at the age of 13 leptin concentration was not associated with insulin resistance.

Focusing on the development of relevant parameters in the group between the age of 7 and 13, we showed that while the glucose concentration remained stable, HOMA-IR, insulin, and leptin concentrations increased over time. This suggests that the increase in insulin resistance was compensated by an increased insulin concentration. Additionally, a significant tracking was demonstrated for anthropometric parameters, HOMA-IR, insulin concentration and leptin concentration after adjustment for gender. This implies that the level of insulin resistance at the age of 13 can partly be predicted by its level at the age of 7.

In Chapter 4 the prevalence of an elevated glucose concentration (which can be an early sign of insulin resistance) in the 12-16 year old population is presented. It is concluded that in a single measurement 15% of the Dutch adolescents showed elevated glucose levels, whereas about 3% of the population showed a confirmed (based on a second measurement) elevated glucose level. Based on the previously described consistent increase in body weight we suggest that the prevalence of impaired glucose concentration will continue to rise. The prevalence of impaired glucose tolerance should regularly be monitored in order to initiate prevention activities, when appropriate. In the population studied in Chapter 4, the data suggest that the glucose concentration is related to age, educational level and BMI. In the population described in chapter 3 a positive family history of diabetes and an elevated fat mass index (fat mass/height²) have been identified as risk factors. This indicates that at the age studied extra attention should be given to the children who are at the pre-vocational education level, those with a positive family history and to those who have an above normal BMI or more specifically an elevated fat mass index.

Although body composition seems to be the most important link with insulin resistance, physical fitness has also been suggested to be, although indirectly, involved. In Chapter 5 the association between physical fitness and body build has been studied. Body build can be assessed by means of the fat mass index (fat mass/height²) and the fat free mass index (fat free mass/height²). Individuals with a high fat free mass index in relation to their fat mass index are considered to have a solid body build, whereas individuals with a relative low fat free mass are considered slender. In Chapter 5 we showed that in the age group of 11 to 15 years, aerobic test performance, as normalized to body weight, was superior in individuals with a solid body build over individuals with a slender body build. However, we have also shown that the power output relative to fat free mass, as measured by a cycle ergometer test, was comparable over the three groups. This suggests that the muscle mass of adolescents with a more healthy body build (solid) are comparable with this mass in adolescents with a less healthy body build (slender) implying that the physical activity level between the groups may be comparable and that the differences in body build are mainly determined by genetic predisposition.

Comparing our absolute aerobic test performance data with data from 15 year ago, in Chapter 6 we showed that aerobic performance capacity has not changed in Dutch adolescents during this period. However, current aerobic test performance normalized to body weight is lower than previous reference values for the Netherlands. Although such a decrease in fitness level normalized to body weight may be due to the increase in body fat in youth rather than a deterioration in cardiovascular function, it may have other implications on health than the influence of extra body fat itself. Due to this suggested (indirect) association between physical fitness and several health risks, the level of physical fitness should regularly be evaluated. In these tests attention should be paid to standardization of fitness tests, because differences in currently used tests hinder proper comparison over time and comparison between countries.

With the ongoing rise in overweight and insulin resistance prevalence, several prevention programs have been launched aiming to prevent or reverse the associated upcoming health problems in youth. One of these programs is Realfit, which is a practice based program for overweight adolescents as described in Chapter 7. The results of the study showed that Realfit had a positive effect on body weight, BMI, waist circumference and parameters relating to the metabolic syndrome on the short-term (after 12 weeks of program). However, long-term results (20 weeks after the end of the program) showed that BMI and waist circumference remained at the post-program level, whereas body weight returned to baseline (pre-program) level. These findings emphasize the importance of long-term management, which is often lacking in such programs because of organizational and/or financial reasons. In the group of successful participants (those who decreased their BMI), a decrease in insulin resistance could be shown on the short-term indicating a potential preventive effect of practice based intervention programs in overweight adolescents for the development of insulin resistance.

In Chapter 8 the most important results concerning body composition, metabolic derangements and physical fitness have been discussed. Implications for prevention and intervention are described and recommendations for practical use and for future research are listed. In conclusion, the data from the current thesis showed no direct association between physical fitness and insulin resistance in youth. However, it is likely that physical activity and good physical fitness may diminish the problems associated with overweight and insulin resistance in youth. With the current increase in prevalence of overweight and decrease in fitness level in

adolescents a further increase in the prevalence of insulin resistance and type 2 DM in Dutch children and adolescents is anticipated with major social and economical consequences. It is recommended to pay more attention towards early preventive measures.

SAMENVATTING

De wereldwijde prevalentie van overgewicht en obesitas is zowel bij volwassenen als bij jongeren gestegen en het is de verwachting dat deze stijging in de toekomst zich zal voortzetten. Een van de belangrijkste gezondheidsrisico's van overgewicht is het ontwikkelen van insuline resistentie, wat een voorstadium van Diabetes Mellitus type 2 (type 2 DM) kan zijn. De gestegen prevalentie van overgewicht en insulineresistentie bij jongeren kan, op zijn minst gedeeltelijk, worden verklaard door een verminderd fysiek activiteitsniveau en een verminderde fitheid. Om effectieve preventieprogramma's voor deze doelgroep te kunnen ontwikkelen is het daarom belangrijk voldoende kennis te hebben van fysieke fitheid en de associaties met lichaamssamenstelling en insuline resistentie bij Nederlandse jongeren. Het algemene doel van de onderzoeken die zijn beschreven in dit proefschrift is dan ook het bestuderen van mogelijke relaties tussen lichaamssamenstelling (vet massa en vet vrije massa), aerobe capaciteit en insuline resistentie in Nederlandse jongeren uit de provincie Limburg.

In Hoofdstuk 2 van dit proefschrift worden mogelijke relaties gezocht tussen lichaamssamenstelling, aeroob vermogen en insuline resistentie (geschat d.m.v. homeostatische model meting voor insuline resistentie (HOMA-IR)) onderzocht in een groep kinderen van gemiddeld zeven jaar oud. De resultaten lieten zien dat leptine (een hormoon dat wordt geproduceerd door het vetweefsel) een belangrijke factor bleek te zijn, die is geassocieerd met insuline resistentie. De invloed van de familiale achtergrond met betrekking tot diabetes bleek tegen de verwachting in geen significante relatie te vertonen op deze leeftijd. Verder hebben we in dit hoofdstuk gesuggereerd dat fysieke activiteit en in mindere mate fysieke fitheid door de invloed op lichaamssamenstelling en de aanmaak van leptine een indirecte beschermende rol speelt bij de ontwikkeling van insuline resistentie bij kinderen. Deze indirecte rol kwam ook naar voren in dezelfde groep gemeten op 13 jarige leeftijd, zoals omschreven in Hoofdstuk 3. Het verschil tussen de resultaten op beide leeftijden is dat op 13 jarige leeftijd leptin geen significante associatie meer werd gevonden met insuline resistentie.

Wanneer we de ontwikkeling van de relevante parameters tussen het 7^e en 13^e levensjaar bekeken, bleek dat de glucose concentratie vergelijkbaar was, terwijl HOMA-IR en insuline en leptine concentraties stegen. Dit duidt erop dat gestegen insuline resistentie wordt gecompenseerd door verhoogde insuline concentraties. Daarnaast bleek dat na correctie voor geslacht de tracking (associatie tussen waarden van dezelfde parameter gemeten op verschillende momenten) van de antropometrische variabelen, HOMA-IR, insuline concentratie en leptine concentratie, significant was tussen de twee meetmomenten. Dit impliceert dat het insuline resistentie niveau op 13 jarige leeftijd gedeeltelijk worden voorspeld door het niveau op 7 jarige leeftijd.

In Hoofdstuk 4 wordt de prevalentie van een verhoogde glucose concentratie (wat een voorteken van insuline resistentie kan zijn), gepresenteerd voor 12 tot 16 jarigen. In een eenmalige meting werd bij 15% van de deelnemers een verhoogde glucose concentratie gevonden, terwijl bij ongeveer 3% van de totale groep een bevestigde verhoging kon worden aangetoond bij een tweede meting. Gebaseerd op de eerder genoemde stijging in lichaamsgewicht in de doelgroep, kan worden verwacht dat de prevalentie van een verstoorde glucose concentratie in de toekomst ook verder zal stijgen. Daarom is het belangrijk om deze prevalentie regelmatig te meten om op het juiste moment preventieve activiteiten te starten. In de

bestudeerde populatie tonen de data dat de gemeten glucose concentratie gerelateerd is aan leeftijd, opleidingsniveau en BMI. In de onderzoekspopulatie zoals beschreven in Hoofdstuk 3 werden een familiale achtergrond van diabetes en een verhoogde vet massa index (vet massa/lengte²) geïdentificeerd als risicofactoren voor insuline resistentie. Dit suggereert dat in deze leeftijdscategorie extra aandacht moet worden besteed aan jongeren die het VMBO niveau volgen, jongeren met een positieve familiale achtergrond en jongeren met een verhoogde BMI en meer specifiek een verhoogde vet massa index.

Hoewel lichaamssamenstelling de belangrijkste voorspeller van insuline resistentie blijkt te zijn, lijkt ook fysieke fitheid een indirecte rol te spelen. In Hoofdstuk 5 is de relatie tussen lichaamsbouw en fysieke fitheid beschreven. Lichaamsbouw kan o.a. worden gemeten door de vet massa index (vet massa/lengte²) en de vet vrije massa index (vet vrije massa/lengte²). De lichaamsbouw van personen met een hoge vet vrije massa index in verhouding tot de vet massa index kan 'solid' (gespierd) genoemd worden, terwijl de bouw van personen met een relatief lage vet vrije massa index 'slender' (weinig gespierd) genoemd wordt. In Hoofdstuk 5 hebben we laten zien dat in de categorie 11 tot 15 jarigen de aerobe capaciteit, genormaliseerd voor lichaamsgewicht, beter was voor de personen met een 'solid' lichaamsbouw. Wanneer we echter de capaciteit uitdrukken per kilogram vet vrije massa blijkt de capaciteit vergelijkbaar in de twee groepen. Dit suggereert dat de spiermassa van adolescenten met een gezonde of minder gezonde lichaamsbouw vergelijkbaar zijn, wat duidt op een vergelijkbaar activiteitsniveau. Wanneer we ervan uitgaan dat het activiteitsniveau vergelijkbaar is, lijken de verschillen in lichaamsbouw vooral gebaseerd zijn op genetische aanleg.

Wanneer we de absolute aerobe capaciteit zoals gemeten in onze studies vergelijken met het niveau van vijftien jaar geleden, zoals omschreven in Hoofdstuk 6, blijkt dat deze absolute waarde niet is veranderd gedurende deze periode. Wanneer de aerobe capaciteit echter wordt genormaliseerd voor lichaamsgewicht blijkt de capaciteit te zijn gedaald. Deze daling kan waarschijnlijk meer worden toegeschreven aan een stijging van het lichaamsgewicht dan aan een daling van de aerobe capaciteit. Aangezien fitheid (indirect) gerelateerd lijkt te zijn aan verschillende gezondheidsrisico's, kan worden geadviseerd het fitheidniveau van de Nederlandse jeugd regelmatig te meten. Bij het uitvoeren van deze testen moet overigens wel aandacht worden besteed aan de standaardisatie van de tests, aangezien verschillen in de gebruikte testen een vergelijking over de tijd of tussen landen bemoeilijkt.

Onder invloed van de toename in overgewicht en insuline resistentie, zijn verschillende programma's ontwikkeld die het voorkomen of terugdringen van de opkomende gezondheidsproblemen bij jongeren tot doel hebben. Een van deze programma's is Realfit, een programma dat is ontstaan vanuit de samenleving en zich richt op jongeren met overgewicht, zoals beschreven in Hoofdstuk 7. De resultaten laten zien dat Realfit op de korte termijn (na 12 weken programma) een positief effect had op lichaamsgewicht, BMI, middelomtrek en de parameters behorende bij het metabool syndroom. Op de lange termijn (20 weken na afloop van het programma) bleken BMI en middelomtrek ongeveer op hetzelfde niveau zijn gebleven als op de korte termijn, terwijl het lichaamsgewicht weer was gestegen tot het niveau bij aanvang. Deze resultaten benadrukken het belang van lange termijn begeleiding, terwijl juist deze begeleiding door organisatorische en/of financiële

overwegingen in een programma vaak ontbreekt. In de groep succesvolle deelnemers (waarbij de BMI daalde tijdens het programma), daalde ook de insuline resistentie op de korte termijn. Dit duidt op een potentieel preventief effect van dergelijke programma's voor jongeren met overgewicht met betrekking tot het ontwikkelen van insuline resistentie.

In Hoofdstuk 8 worden de belangrijkste resultaten met betrekking tot lichaamssamenstelling, metabole problemen en fysieke fitheid bediscussieerd. Gevolgen voor preventie en interventie worden besproken en aanbevelingen voor de praktijk en voor verder onderzoek worden opgesomd. Concluderend kan worden gesteld dat de data gepresenteerd in dit proefschrift laten zien dat er geen directe relatie bestond tussen fysieke fitheid en insuline resistentie bij jongeren. Het mag echter worden verwacht dat fysieke activiteit en een goede fysieke fitheid de problemen die geassocieerd zijn met overgewicht bij jongeren zullen doen verminderen. Met de huidige toename in de prevalentie van overgewicht en de verminderde fitheid van adolescenten kan een verdere toename in de prevalentie van insuline resistentie en type 2 DM in deze groep worden verwacht, met de nodige sociale en economische gevolgen. Daarom wordt geadviseerd we dat meer aandacht te besteden aan preventieve activiteiten.